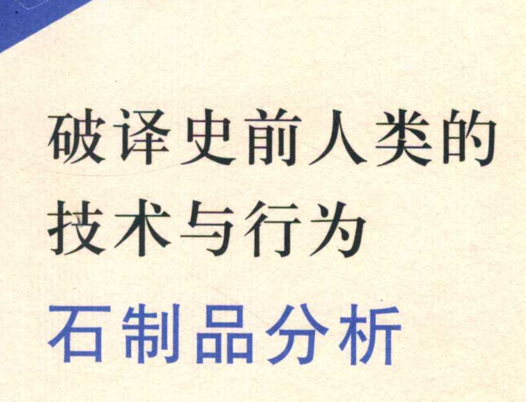


[美] 乔治·奥德尔 著

关莹 陈虹 译/高星 沈辰 审校



破译史前人类的技术与行为

石制品分析

生活·讀書·新知 三联书店

石器是人类祖先制作、使用、赖以生存的工具，承载了丰富的人类行为信息。对石器的研究，是复原古人类行为、文化发展的重要环节。石器，将我们和祖先连接在一起。在与祖先触摸同一件石器的时候，我们也打开了进入他们生存世界的大门，穿越回到他们的时空，体验他们的生活和情感。

本书是对史前人类制作和使用的石器及其附属产品开展原料、类型、形态、技术、功能等方面研究的入门指导。从事考古研究、教学、普及、出版工作的人士和相关领域的学者、爱好者都会从中受益，在了解学科历史、研究术语和方法的同时，还会从它所提供的研究案例和文献资料中得到知识和启迪。

这是一本从事史前考古学研究“非读不可”的书。

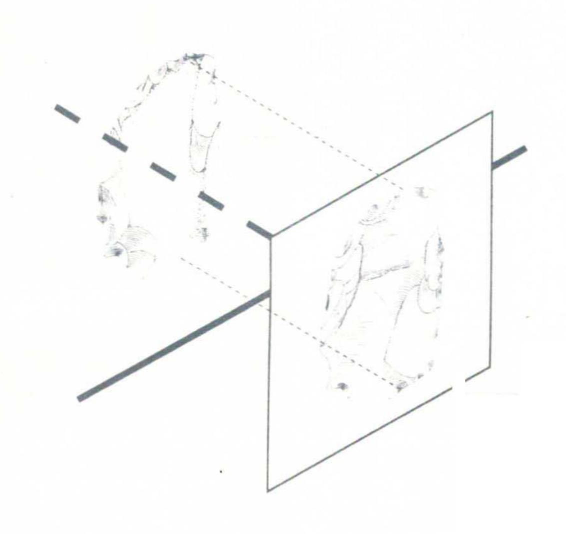
ISBN 978-7-108-05135-6





定价：58.00元

[美] 乔治·奥德尔 著
关莹 陈虹 译 / 高星 沈辰 审校



破译史前人类的技术与行为

石制品分析

生活·讀書·新知 三联书店

*

*

图书在版编目（CIP）数据

破译史前人类的技术与行为：石制品分析 / (美) 奥德尔著；
关莹，陈虹译；高星，沈辰审校. —北京：生活 · 读书 · 新知三联书店，
2015.3
ISBN 978－7－108－05135－6

Ⅰ. ①破…　Ⅱ. ①奥…　②关…　③陈…　Ⅲ. ①石器－考古
Ⅳ. ① K866.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 181389 号

责任编辑　曹明明
装帧设计　康　健
责任印制　徐　方
出版发行　生活 · 讀書 · 新知　三联书店
（北京市东城区美术馆东街 22 号　100010）
网　　址　www.sdxjpc.com
图　　字　2013－5206
经　　销　新华书店
印　　刷　北京隆昌伟业印刷有限公司
版　　次　2015 年 3 月北京第 1 版
2015 年 3 月北京第 1 次印刷
开　　本　880 毫米 × 1230 毫米　1/32　印张 10.75
字　　数　249 千字
印　　数　0,001－3,000 册
定　　价　58.00 元
（印装查询：01064002715；邮购查询：01084010542）

本书承蒙

科技部科技基础性工作专项（2007FY110200）

资助出版

译者序

《破译史前人类的技术与行为：石制品分析》(*Lithic Analysis*)是一部关于史前考古学研究方法的经典佳作，是全球最大的科技出版机构——施普林格(Springer)出版集团的“考古学方法、理论和技术手册”丛书其中的一部。我们把它翻译出来，奉献给大家，希望能为提升青年考古从业者的石器研究能力，提高我国史前考古的研究水平，加快与国际接轨的步伐，做一点儿力所能及的事情。

该书是对史前(对历史时期的同类分析同样适用)人类制作和使用的石器(含打制和磨制者)及其附属产品开展原料、类型、技术、功能等方面研究的入门指导手册。作者开宗明义，指出这部书“主要针对那些拥有一定的考古学背景但涉水并不很深的热爱石器分析的研究者，尤其是那些希望尽快熟知相关知识以便进行独立研究的业内人士。这个群体包括大学考古学专业的高年级本科生、研究生，以及考古工作者”，但“潜在的读者群肯定不止上述几类”，从事考古研究、教学、普及、出版行业的人士和相邻领域的学者、爱好者都会从中受益，在了解学科历史、术语和方法的同时，还会从它所提供的丰富的研究案例和文献资料中得到知识和启迪。

我们之所以在诸多外文专业书籍中选择这本书翻译出版，主要基于以下几方面认识。

第一，该书具有很强的系统性。它首先介绍了石器研究各方面的发展历史，然后就原料种类及采备方略、工具制作的方法与程序、石制品组合的各方面（原料特点、剥片与制作技术、形态、功用等）变异以及进行分析与比较研究的方法、石制品的功能与分析方法、通过石制品解读史前人类的行为方式等各方面渐次展开，层层递进，内容全面，逻辑性强。

第二，该书具有很强的配套性。每一部分首先介绍重要的术语、概念、方法和背景，且用附注、附表、附图进行延伸讲解与注释，相得益彰，易于理解和掌握。

第三，该书具有很强的资料性。除了大量的术语、方法介绍和描述，该书还提供了很多研究案例与成果，并附加大量参考文献。这为感兴趣的研究者提供了按图索骥、延伸阅读、系统深入了解某类问题方法或研究进展的信息和机会。

第四，该书具有很强的可读性。作者尽力避免干巴巴的传经布道方式，而是用灵活的语言和丰富的研究案例使所要阐述的理念与方法鲜活起来。由于作者具有广博的实践经验，他所介绍的很多案例带着亲身经历的印记，生动而贴切。有些读者可能会认为书中提供的一些案例，例如美洲玛雅文化的贝壳珠饰制作与交换行为，与石器分析关系不大，其实这是作者在努力为石器分析提供自然和社会背景，而特定的人类技术与行为，只有放在特定的背景下，才会被正确理解，人类技术的特点和行为的意义才能被正确解读。丰富的器物线图、遗物与遗迹关系图解、技术或行为流程示意图，也增强了该书的可读性与趣味性。

第五，该书具有很强的启发性和互动性。作者显然不想采用填鸭、灌输的方式让读者被动地接受他的所知所想，而是用问题作为向导，让读者自己去思考相关的课题，去领会书中的内容。用作者自己的话说："研究应以提出问题并解决问题为驱动力。"书中一共提出了 33 个问题，这些问题贯穿全书的始终，既是对各个章节开卷的指令，也是将全书串联起来的经络。如果读者记住了这些问题，并在掩卷之后能对这些问题做出回答和阐述，那他就可以自豪地说：我读懂了这本书，掌握了石制品分析的要义！

翻译此书，也有因缘际会的成分。我们是带着特殊的感悟和情感来翻译这本书的。很多时候，我们感觉不是在做文字翻译，而是在与作者做面对面的沟通和交流。2011 年 10 月 14 日，本书作者奥德尔博士突然病逝的消息传到北京中科院古脊椎动物与古人类研究所，引起我们师生的阵阵悲痛。那时距离在全美考古学会 76 届年会上见到他才不到半年。那次会议专门为奥德尔先生的终身学术成就召开了一次庆祝研讨会，奥德尔先生的学生沈辰博士做了关于中国旧石器考古学的学术报告。

1990 年，沈辰来到俄克拉何马州的塔尔萨大学（University of Tulsa）开始留学生涯，第一次接触到石器分析就是在奥德尔先生的课堂上。当时奥德尔先生已经从伊利诺伊州的美国考古中心石器分析研究室卸任主任一职而转到大学任教授有六年了。沈辰还记得他的第一堂课所带来的震撼。奥德尔给班上的三名研究生每人一个石片，让大家测量并记录下来，然后相互交换再测量、记录。如此三番，每个石片有三组相同要素（如长宽厚等）的测量数据。结果大家却发现每个人提交的每个石片的记录数据根本对不上。这时候，

他笑眯眯地对大家说："小伙子们（三人都是男生），玩够了吗？现在的问题是，测量的数据有意义吗？"长话短说，那节课使沈辰明白了测量数据不一定靠谱，但是数据还是重要到非要测量不可。从此他学会了为什么要分析石器数据所产生的差异，如何解读石器分析中产生的差异。这也是读者能在这本书中可以找到的答案。

沈辰在奥德尔先生的指导下开始学习石器微痕分析，观察分析了奥德尔实验室的标本，还和奥德尔先生一起参加了暑期的田野发掘。跟他出去发掘才知道考古野外工作是如此享受和开心。大家可以在这本书的字里行间体会到他的幽默。在他的精心指导下，沈辰在多伦多大学完成了美洲史前石器分析的博士论文。在 20 世纪 90 年代中期，低倍法微痕分析一直处于低迷状态，不受人待见。沈辰博士论文中关于石器微痕分析的研究成果一直难以发表。是奥德尔先生的乐观执着精神激励着沈辰锲而不舍，继续努力，结果终于发表在《安大略考古》（*Ontario Archaeology*）和《东北美洲人类学》（*Northeast Anthropology*）杂志上，引起当地同行的关注。所以，奥德尔先生不仅仅传授了技术，而且把坚持不懈的乐观精神传到了下一代，更是传递给了中国的年轻考古工作者。

2004 年，经过高星与沈辰等的一系列筹划，奥德尔先生如约而至，承担中国首届石器使用痕迹分析培训班的授课工作。当时他的这本著作新鲜出炉，还带着纸墨的芳香。我们有幸先睹为快，争相传阅。培训班于 7 ～ 8 月在中科院古脊椎动物与古人类研究所举办，当时正值盛夏，培训班的气氛热烈而激昂。奥德尔先生分 5 个专题系统讲授了旧石器时代考古研究的最新动态和理论与方法进展，介绍了石器功能研究（包括实验模拟、使用痕迹分析、残留物分析）的历史、背景、概念、方法和研究案例。他的授课系统全

面，深入浅出，将晦涩的概念、理论和方法用鲜活的实例加以阐述，让学员们如沐甘露；加之他那灰白整齐的发须和抑扬顿挫的语调，青年学子们很快将他推崇为偶像。其中的三天，课堂设在遍布旧石器时代遗址的泥河湾盆地中。奥德尔先生与师生们分享石器制作的经验与心得，引导大家做有控制性的使用实验并开展对标本的使用痕迹观察。在旷野中，在星空下，在篝火旁，他与大家叙谈、畅饮、欢歌，勾画着旧石器时代考古学发展的美好蓝图……

爱屋及乌，培训班的师生们自然也把这本书视为与己相关的一部案头必备书籍。其实不仅仅是因为与作者相熟，更重要的原因是它的确是一部佳作，对史前考古学的从业人士具有重要的指导意义。它信息丰富，内容全面，图文并茂，深入浅出，将石制品分析的理念、丰富的成果和可参考的文献尽可能地囊括其中，具有很强的针对性和实用性，让读者每每产生“一书在手，什么都有”的快意。

“这个行业永远不存在孤军奋战。”这是奥德尔在“致谢”中写下的一句话，用在这里也恰如其分。我们在读这本书、用这本书、向同行和弟子们推荐这本书的时候，曾经感叹若有一个中文版本，它在中国的作用会更大，对华文圈的业内人士会有更多的帮助。我们的两位学生关莹博士和陈虹博士显然有同样的感悟和热忱，愿意分身费心把它翻译出来，一则为中国的史前考古做出一份贡献，二则为我们分担一份责任。她们在学习与工作的重压下硬是挤出时间和精力，精读书稿，查阅资料，融会贯通，将一段段、一页页的文字转换。无论在美国、加拿大留学，还是在国内撰写博士论文，抑或在研究、实验的间歇，她们手不释卷，日积月累，历经数载，在完成从学生到学者蜕变的同时码出了完整的译稿，并在我们的指导

下三改其稿。虽然历时五六年，但在此期间她们的学习工作实验让她们能更深刻地理解本书的精髓，提交了近于完美的学术译稿。我们的另外一位学生曹明明女士虽已脱离考古行业而成为编辑，但念兹在兹，承担了书稿的编辑和出版工作，制订出版计划，不断催促鞭策译者、审校者如约交稿，立志做成精品。我们这两个发起人和审校者各自有重任在肩，但还是把校对译稿、出版此书作为近段时间工作的重心，无论在家还是在办公室，在飞机还是在火车上，只要有些许时间和精力，就会逐字逐句校阅，努力使译稿忠实于原著，同时又符合中文的表述习惯。其他一些同事和学生也用不同方式提供了帮助。于是，这部书的中文版带着团队的心血和汗水，日寸月尺，渐次成形，最终奉献给业内的读者、用者。

在审校书稿的时候，我们深感翻译此书十分不易，有很多专业和语言上的困难。作者在书中运用了大量来自美洲的素材，很多并不属于石器时代或经典的石器研究案例。译者对此并不熟悉，需要查阅很多资料才会厘清头绪，才能在理解的基础上向读者传达正确的信息。此外，作者为使该书具有趣味性与可读性，运用了一些口语化、俚语化的表述方式，在学术语言与口语间游刃有余，这对我们这些平日在“科学语言”中打转的非英语人士来说，增添了理解和翻译的难度。

还有一类情况让我们感觉棘手并力不从心。日常研究中会遇到一些常见的专业英语词汇或组合，国内已经引进和使用，但一些译法或者不被普遍采纳，或者有歧义含混之处。我们曾想利用翻译出版此书的机会将一些术语确定下来，将有歧义的译法加以订正。但发现要做到这点十分困难。例如“industry”一词，作者在本书中

将其界定为“特定生产工艺的产物。在考古学中，是指具有相同原料类型（例如石制品）、经历大体相同技术过程（例如打制石器）的一类人工制品”。我们一直将其直译为“工业”，但这一译法常遭到非专业人士的诟病，业内人士也常会感觉别扭，因为中文“工业”一词具有强烈的“现代”意味，与石器时代似乎风马牛不相及。但业内已经约定俗成，使用了多年，废之、改之不易。其实，该词与“组合”的意思更贴近，但后者已被用于对“assemblage”的翻译。在此提出这一问题，是为了引起业内人士的关注，并希望能找到理想的解决方案。

尽管如此，我们还是对一些专业词汇做了界定或修订，并在书稿中加以使用，以期能起到规范、统一的作用。例如“raw material procurement”，以前有过“原料采办”等译法，我们感觉“原料采备”更加合理适用；对“flint knapping”，国内一直没有一个明确、统一的译法，我们在此使用“石器打制”，希望得到推广；对“core reduction”一词，中文里未曾有过对应的词汇，在本书中我们使用“石材消减”一词。虽然“core”可直译为“石核”，但在泛泛使用时是指作为母体的石材。“reduction”也有人译作“离心”，但不如“消减”更贴近原意，更具有包容性。“lipping”是指石片上在台面和破裂面之间偶尔出现的一个条带状薄锐的凸起，以前多被译作“唇”，使用“唇凸”似乎更准确，更易于理解。还有一些术语没有被正式翻译和使用过，例如“overshot flake”，直译为“打过头的石片”，指石片头小尾大，或者因剥片失误，将石核上与打击点相对的一端的材料过多带下而造成浪费，或者是为调整石核而有意为之，以将石核上不可用或不好用的部分打下。对此我们发明了“过击石片”这个词，希望能被业内认可。这样的做法意

在抛砖引玉，引起国内同行对相关问题的关注，也为使新入道者有规范和方向可循。

石制品分析是考古界的共业，国内外从业人士都在不断将其推进、前行。我们固然有丰富的材料和丰硕的成果，并已形成自己的研究体系，但“它山之石，可以攻玉”，不断引进吸收国外先进的理论与方法，建立大家都能遵守的规范和程式，提高我国该领域的研究能力和国际影响力，仍是一项值得牺牲、值得投入的事业。

这，就是我们翻译此书、出版此书，向大家推介此书的初衷。

高星，沈辰

2014 年 5 月，北京，多伦多

谨以本书

献给我永远最心爱的弗里达

目　录

译者序　i

前　言　1

致　谢　4

第一章　石器研究史　5

原料采备　6

工具制作　8

组合多样性　13

工具的使用　15

行为问题　18

多种视角　20

第二章　原料采备　23

岩石的形成　25

地貌形成过程　34

确立研究的问题　38

可视性特征　42

地球化学技术　49

总结　63

第三章 工具制作 65

破裂机理 69

剥片类型与石锤类型 86

初步剥片与二次修理 90

磨光石器 106

第四章 组合多样性 122

寻找信息载体 124

组合之间的对比 150

未加工废片分析 162

总结 178

第五章 石器功能 181

使用痕迹分析 182

残留物分析 213

第六章 解读史前人类的行为 238

生计问题 239

遮蔽所、辅助设施和衣物 255

迁徙与技术的组织安排 259

复杂社会 275

结论 295

参考文献 297

译后记 325

前　言

学习石制品研究的过程很像传统上的拜师学艺，徒弟经过师父手把手地传授手艺、身经百战之后，才能逐渐脱离师父的辅助，达到可以单独操刀的水平。虽然这种教学模式屡试不爽，但并非十全十美。它耗时耗力，又需要有石器研究专家常伴左右，在现实中常常难以实现。因此，一本手册性的书籍就变得至关重要。它使初学者能更迅速地摸熟门路，又解放了导师，让他们不必费时费力地回答那些小儿科问题，也不必每时每刻被捆绑在学生的身边。最近，比尔·安卓夫斯基（Bill Andrefsky）的专著《石器分析的宏观方法》（*Lithics: Macroscopic Approaches to Analysis*）、布雷恩·科伊曼（Brain Kooyman）的《解读石制品和考古遗址》（*Understanding Stone Tools and Archaeological Sites*）的出版打破了业界长期缺乏这类手册的僵局，这些优秀的专著可以为初出茅庐的石器研究者提供十分有益的帮助。

而我本人撰写石制品分析手册的动机则来源于两位出色的老师对我手把手的训练：雷蒙德·纽厄尔（Raymond R. Newell）博士锤炼了我的石制品类型学与技术学，鲁斯·特林汉姆（Ruth E.

Tringham）博士则在功能学方面给予我指导。我非常幸运，因为这两位大师在各自的领域造诣极深，且愿意拨冗指点。同时我还得益于其他领域的一些专家，比如哈勒姆·莫维斯（Hallam Movius）、理查德·克莱因（Richard Klein）、安德烈·勒鲁瓦—古朗（Andre Leroi-Gourhan）、卡尔·兰贝格—卡尔洛夫斯基（Karl Lamberg-Karlovsky）、斯蒂芬·威廉斯（Stephen Williams）、豪厄尔斯（W. W. Howells）、乔治·考吉尔（George Cowgill）和勒内·德布罗斯（Rene Desbrosse）等，在此不一一列举。尽管如此，我还是较早地意识到，一本合格的指导手册可以提供多种视角，并且可以减轻很多导师的负担。因此，多年前，我就想撰写这样一部概览性的书，但由于时间和工作安排等原因，这个想法一直未能如愿。现在，是时候了。

本书主要针对那些拥有一定的考古学背景但涉水并不很深的热爱石器分析的研究者，尤其是那些希望尽快熟知相关知识以便进行独立研究的业内人士。这个群体包括高校考古学专业的高年级本科生、研究生，以及考古工作者。当然，潜在的读者群肯定不止上述几类。

本书经长时间的酝酿，与安卓夫斯基和科伊曼的专著有明显的不同。举例来说，本书提供了一些附栏以补充和延展正文的内容；专门开辟一章来讨论史前人类行为；还用很大的篇幅来介绍功能学分析，而这部分恰是安卓夫斯基（Andrefsky 1998: 4）在他的著作中刻意回避的。

最重要的是，本书遵循了研究应以提出问题并解决问题为驱动力的准则。而这条准则现在并未广泛运用于考古学，因而导致我们常常积累繁冗无用的数据，还诡辩“也许有一天这些数据会为人所

用”。当然，在特定情况下，我们也别无选择，比如那些资金不足的野外调查项目，尽管发现了大量遗址，却既没有时间也没有财力去完成对大量石制品和遗址的认真分析。果真如此的话，那也只好竭尽所能地采集基础数据，或许某天确实有人会使用你的数据。然而，本书却为相反的情况而作，即在有足够的时间和财力的状况下，我们就可以毫无负担地探讨科学问题了。如果你没有这样的条件，或者不感兴趣，我悄悄地告诉你可以去书店试着退货，把你的辛苦钱要回来（祝你好运，呆宝）！

以具体的研究问题为基点组织本书的内容而不做泛泛的议题讨论将有利于避免陷入一些误区。专注于“废片分析”或者“石制品打制”而不是回应考古学情景所引发的问题，很容易陷入自娱自乐的状态。因此，本书的大部分章节，都以探讨考古问题，以及问题的来源为开端。泛泛的问题在每章中被分解为更细致而具体的问题，以个案来阐明相关分析方法应如何运用于考古材料的研究中。这本手册意在短小精悍，无意于冒充综合性的行业指南，但是它能够为初学者提供扎实的基础，指出研究工作中正确的方向。细节内容就请读者自己在本书中按图索骥吧。

致 谢

这个行业永远不存在孤军奋战。同事们的专长以及我们的对话交流令本研究受益匪浅。地质学家布雷恩·塔普（Brain Tapp）对第二章、斯坦·阿勒（Stan Ahler）对第四章、费尔勒·罗茨（Veerle Rots）对第五章、约翰·多考尔（John Dockall）对第六章、丛书编辑迈克尔·希弗（Michael Schiffer）对整本书进行了有益的评论。弗里达·奥德尔—韦雷肯（Frieda Odell-Vereecken）完成了多幅插图的制作和美化工作。我还要感谢塔尔萨大学（University of Tulsa）阿尔·索伊多（Al Soitow）领导的科学研究办公室多年来对我项目的支持。最后，谨以本书献给弗里达（Frieda），我一生的伴侣，她包容了我的一切。特别感谢大家的评议。如果由于种种原因，我遗漏了一些良好的建议，或无法将所有建议采纳于本书，我深表歉意，下不为例。

第一章 石器研究史

石器，作为人类物质文化的最早记录，从考古学萌芽期开始就让众多学者为之痴迷（如 Evans 1897; Leakey 1934: 3; Roe 1970; Feder 1996: 19-21）。在现代考古学发展之初，史前学家们面临的一个重大挑战，即如何将真正的史前石器与自然形成的假石器区别开来，这个问题引发了对“原石器”或“曙石器”的讨论，所谓“曙石器”即“人类起源之初产生的石器”（Moir 1912, 1920; Warren 1914, 1923）。这样的争论持续了数年，直到巴恩斯（Barnes 1939）提出人工打制石器的标准之后，这场讨论才渐渐平息。但是，即便是人工打制的考古器物，也常常具有模棱两可的性质，所以这场争论事实上仍然没有结束（如 Peacock 1991）。

对真假石制品的辨认确实既是基本的，又是重要的，如果在这个门槛前差之毫厘，后面的道路就会谬以千里，那么，任何后续研究就都没有意义了。事实上，整个遗址和其所处时段的真实性与科学性都建立在“出土的石制品是人工制品”这一基础之上。加利福尼亚的卡利科山（Calico Hills）遗址就是一个很好的例子，从“石制品”组合来看它像是早期人类遗址，但这些石制品的“人工属性”

在学术界引起了巨大的争议（Fagan 1987: 64-66; Kehoe 1992: 3-5）。

因此，对人类改造利用石质材料的认知，是现代考古学整体研究中不可或缺的一部分。当然，某些石制品组合的人造特征并非显而易见，但是我们别无选择，因为石制品在遗址中出现的频率最高，所以，考古学家必须深入了解石制品。这就是本书的主要目的：概述石制品研究的基础，并引导你到达可以自己展开研究的高度；为较有经验的研究者夯实已有的基础，并将一些新的技能和观念添加到你的信息库中。

本章通过介绍石制品分析的基本领域及研究原理，为余文奠定基础。对每个主要研究领域都进行了简要的回顾，以便读者了解该领域的发展背景。本章仅是抛砖引玉，后续各章会有更详细的介绍。

原料采备

制作石制品的第一个步骤显然是找到合适的原料。在石材丰富的地区，原料在地表唾手可得。在沟谷地区，一些堆积物中会含有可用的石料，但水流会侵蚀堆积地层而将石头搬运到下游，同时还将石料磨圆。想要从这种河谷中采集石料，就必须掌握石料沉积地层的位置与河流系统的侵蚀机制。伊利诺伊河谷（Illinois Valley）下游在史前时期就是这种河谷侵蚀地貌，一些研究已经详细复原了采集者获得可用石料的过程（Meyers 1970; Odell 1984）。尽管如此，研究石料采备方式对于现代考古学家来说并非易事，直到最近几年，这个领域才开展了一些较为系统的工作。

对石料最初的研究集中于采石场和矿井这两种遗址，因为这类遗址最为直观。在欧洲，新石器时代是开采燧石的巅峰，英

国的格赖姆斯—格雷夫斯（Grimes Graves），波兰的克热米奥基（Krzemionki），比利时的斯皮恩尼斯（Spiennes），法国的雅布林（Jablines）以及荷兰的莱克霍尔德—圣海特勒伊德（Rijckhold-St.Geertruid）等地点都是典型的矿井遗迹（Shepherd 1980; Felder 1981; Bostyn and Lanchon 1992; Migal 1997）。19 世纪末到 20 世纪初是欧洲燧石开采研究的肇始期（Andree 1922; Clark and Piggott 1933; Sieveking et al. 1972; Smolla 1987）。在北美，人们很少通过开挖深矿井获得硅质岩，而更多是在近地表处进行采掘。19 世纪晚期，出现了一些针对北美石料开发的专门研究，其中比较著名的是霍姆斯（W.H.Holmes 1894a）对位于今天俄克拉何马州皮奥里亚（Peoria）燧石采集场的分析案例。

矿山和采石场都是人们获取石料资源的特定地点，因此，我们通常比较了解这些地点曾经的人类活动。然而，多数考古遗址并不位于石料产地，对于这类遗址，我们很自然地想要知道遗址中石制品的原料来自哪里，是如何获取的。掌握了这些信息，我们就可以勾画出遗址居民季节性迁徙的路线图。对于相对定居的人群，则可以知晓他们觅食或交换行为的方法及模式。

多年来，研究者对考古遗址石制品原料的来源多限于推测，通常只用肉眼观察，然后凭借记忆或与手头其他标本的对比来猜测石料来源。当已知条件较多，关系又很明朗时，这种方法是很准确的。但常常事与愿违，因为被开采利用的岩石，其形成原因具有很强的多样性，例如燧石、黑曜石、玄武岩和砂岩，有些石头的差异在外观上一目了然，但即使同一地层产出的岩石也可能在外观或其他方面差别迥异。

直到最近，一些现代技术的发展使得考古学家有可能准确判断

石料来源。比如地球化学领域的中子活化分析技术、X 射线荧光分析技术、原子吸收光谱分析法，等等。然而，这些技术各自具有不同的实验室要求和操作方法，一般的考古学实验室难以满足设备和技术上的条件，而对此感兴趣的考古学家只好花费重金将样品送到专门的实验室来完成自己的心愿。但无论如何，地质化学分析确实能够准确回答某些具体的问题——原本不确定的观点可以通过引用这样的分析结果从而得到强有力的支持。这些技术及其能够解答的考古学问题，将在第二章中详细介绍。

工具制作

一旦采备到了石料，石器制作的过程就可以开始了——既可以在石料产地进行，也可以带回营地去做。这里所说的“石器”是广义的概念，是指一切人类制作出来的石制品，无论它是否经过进一步加工或者看起来像不像我们脑海里浮现的精美工具。这些相关的名词会在附栏 1.1 中加以定义。

石器的形制特征取决于制作过程，因此考古工作者饶有兴趣地长期思索着石器的制作过程。这方面的先驱，以及石料采备问题的早期研究者威廉·霍姆斯（William H. Holmes）在系统地探讨石器制作方面（至少在美国国内）做出了突出贡献（Holmes 1891, 1894b, 1919）。他提出了一个概念，即双面器是分若干步骤加工的，而形态粗糙的双面器可能是在早期生产阶段被中止的产物。

作为考古研究者，我们对于古代石器制作的认识还是十分局限的，因为石器被制作和使用的时候，我们并不在现场。在现代社会中，我们失去了与祖先沟通的纽带，没有任何传说或口述史能够帮

助我们解读任何史前遗物，因此我们也许永远无法重塑史前人类生产与使用工具的整个过程（Binford 1968; Freeman 1968）。因此，我们对考古遗存的阐释，很大程度上有赖于对现代部落，即现在还使用与史前人类相同工具的现代人群的观察与比较。对民族学和民族考古学的依赖会产生一些缺陷，它们可能会掺杂与古人类行为模式毫不相干的信息（Wobst 1978; Binford 2001），但是如果谨慎运用，它将有助于重建人类历史。

附栏 1.1　定义

贯穿本书的都是一些石器研究者习以为常的名词，这些名词的使用率不言而喻。然而这也是读者要谨慎看待的一点，因为这些术语经常被不同的研究者以不同的方式运用，而且有时相同的研究者也会使用得前后不一。以下列举本书用到的一些基本概念，其余的将在后面的章节另行介绍。

人工制品（artifact）　由人类制作或整形的便携物体。包括所有的陶器和石器，还有制作过程中产生的石片和石核，以及钻、铲和其他经过有意修理的骨、角制品。其中不包含烧石（fire-cracked rock），尽管它可能是因人工形成的，但缺乏人工制作的证据；也不包括自然动力产生的制品，如史前人类食物残渣中未经加工的动物骨骼等。

组合（assemblage）　彼此相互关联的一套人工制品，即空间距离或地层关系有紧密关系，能够推测为同一人群在同一时间段内使用或丢弃的。一个组合通常是以原料种类进行区分的（如石制品组合），而且还可以细化为不同的亚组合，以展现更

强的空间联系（例如，一个聚落中特定区域的器物组合）。

工业（industry） 特定生产工艺的产物。在考古学中，是指具有相同原料类型（如石制品）、经历大体相同技术过程（如打制石器）的一类人工制品。

石（lithic） 即广义上的石头。

工具（石质）[tool（stone）] 这个名词当前被研究者广泛使用，它可以指：①史前人类利用的物体（即带有使用痕迹的）；②经过打制或磨制修整的二次加工品，或用特殊工艺加工的产品（如石叶）；③技术和形状上与当地石制品类型一致的二次加工品。如果不仔细推敲，这个名词很容易产生歧义。如果没有特别说明，本书将采用第一种定义。

令人遗憾的是，大多数情况下，土著人群与技术上更进步人群的接触并没有为考古研究提供多少有用的信息，后者应该能够记录前者的行为，但这些记录者要么缺乏文字能力，要么对文化差异不敏感，抑或是文化本身变化太快，以至于观察者跟不上它的脚步。有一个令考古学家和公众受益匪浅的例子，那就是考古学家阿尔·克罗伯（Al Kroeber）与加利福尼亚亚希（Yahi）部落最后一个族人艾希（Ishi）接触的案例（Kroeber 1961）。克罗伯结识艾希以后，把他带到旧金山人类学博物馆，让他在那度过了余生，艾希很乐于讲述他的生活，并且愿意帮助考古学家了解他掌握的技术（Nelson 1916; Pope 1917）。相关的民族考古学研究表明，一些土著人群中，如拉坎壕玛雅（Lacandon Maya）部落，还存在着石制品制作的行为（Nations and Clark 1983; Nations 1989; Clark 1991a、b）。

前几年，英国布兰登地区（Brandon）的一种打火燧石，以及地中海地区的一种制作打谷板的燧石还有小的需求量（Whallon 1978; Benito del Rey and Benito Alvarez 1994; Whittaker 1996），现如今这些行业基本销声匿迹了。

对研究技术有益的另外一种方法就是实验，即完全复制各种类型的石制品。虽然在19世纪和20世纪早期，少数研究者做过这方面的尝试（如Skertchly 1879），但是随后，发达国家的石器实验研究逐渐没落，直到大约20世纪中期才复苏。在法国莱塞济（Les Eyzies）举行的一个会议揭开了复苏的序幕，弗朗索瓦·博尔德（Francois Bordes）、雅克·蒂克西尔（Jacques Tixier）、唐克拉布特里（Don Crabtree）等石器打制专家都出席了这次会议（Jelinek 1965）。这些专家各施技艺，并交流讨论如何促进打制实验考古学的发展。从那以后，石器打制实验在专业领域和爱好者圈中都得到快速发展，这个过程被露西·约翰逊（Lucy L. Johnson）记录在了学科研究史中（Johnson 1978）。这种兴趣如此盛行，以致一些人开始担忧合适的原料在未来的可获性、现代石器打制活动“制造”的考古遗址、实验复制对古物市场和考古研究产生的影响等问题（Dickson 1996; Preston 1999; Whittaker and Stafford 1999）。

实验有多种形式，在此我只想讨论一种：复制一种特定的石制品，以此更好地理解石料对制作工艺的影响，进一步体验某种打制工艺在特定的条件下如何发挥作用。在新大陆的工具类型中，大家最倾心的是福尔瑟姆尖状器（Folsom point）（Crabtree 1966; Rovner and Agogino 1967; Flenniken 1978; Boldurian et al. 1985; Gryba 1988）。这种尖状器非常吸引人，主要是因为其制作过程复杂，经历的步骤可能很多，而且在尾端去薄修槽时，是否需要借助其他特

殊工具也无从可知。

运用各种特殊方法与手段进行的细致的考古学分析也有助于石器制作研究。拼合分析即是其中之一，这种工作能够有效地帮助我们重建史前人工制品的制作过程（Czeisla et al. 1990; Hofman and Enloe 1992; Morrow 1996b）。通过将从母体石料上剥离的石片一件件重新还原拼合回来，考古学家可以准确地复原剥片的序列，从而确知石器制作者做了什么，而不是臆测他们可能做了什么。不过，这种技术刚刚起步，只能应用于原地埋藏遗址中，而且也只局限于精细发掘的营地遗址，例如法国的宾斯维特（Pincevent）遗址（Baffier et al. 1991; Bodu 1991; Julien et al. 1991）。尽管拼合分析非常耗时，但它的精确性和可靠性让研究者们趋之若鹜。

考古学家探索出两种类似的途径以重建人工制品的生命史，包括从最初的原料采备到工具被废弃及其被埋藏于地下的整个过程。一种更强调自然和文化的转型过程，称为行为考古学（Behavioral Archaeology）（Schiffer 1976; Skibo et al. 1995）；另一种作为对前者的发展，在研究界习惯使用它的法文名称“操作链”（chaine opératoire），将讨论范围由制作技术拓展到更加完整细致的工具生命史（Sellet 1993; Graves 1994; Genste and Maury 1997; De Bie 1998; 也有对该方法的质疑，参见 Shott 2003）。在证实考古遗址中石器的具体制作过程时，上述两种途径都需要大量的石器复制和模拟实验。这两种模式都可以阐释自然和文化力量对单个工具生命史的影响，而且都能发现石器生产与使用中的一些显著的制约因素。这些技术及其他方法将在第三章中详细介绍。

组合多样性

考古发现的石器可能会出现在孤立的环境中，例如猎人射入树干并遗留在森林中的箭头。但更多的时候，石制品是被批量发现的，而且个体之间或多或少存在一些联系，我们将这样一组标本称为一个“组合”（参见附栏 1.1）。每个组合都具有一些代表性特征，而且由于这些特征是千差万别的，每个组合也随之各不相同，这就是组合的多样性（assemblage variability）。组合的特征涵盖从原料类型到微观使用痕迹的所有方面，其中任何一项都可以作为描述这个组合的变量。然而在实践中，被采用的变量多是形态学特征，即对工具外形的描述。当然也不能一概而论，因为有的石器组合很难从外形上与另一个组合区别，于是有的研究者又引入边缘破损特征作为考量的依据（White 1969; Read and Russell 1996）。无论如何，对组合中石制品外部形态和技术学特征的描述仍然占主要地位，第四章在介绍岩石的破裂机制以及石制品的制作之后，将详细介绍组合多样性分析的各种方法。

组合多样性的议题引起了很多争论，进而影响了考古学思想构架。其中最著名的案例是博尔德和路易斯·宾福德（Lewis Binford）的研究。他们当时分别是欧洲和美洲最有影响力的考古学家。博尔德以其职业生涯中的大部分时间致力于探索描述和比较组合特征的方法，例如累积图表法（Bordes 1961; Bordes and de Sonneville-Bordes 1970; Bierwirth 1996）。在他看来，组合的差异缘于工具制造者族群构成的不同。路易斯·宾福德—— 一个颠覆了考古学家对考古材料认知的美国人（Binford 1962, 1964）则认为，史前人类对他们工具箱中工具的不同使用方式才是造成组合之间差异的根本原

因（Binford and Binford 1966; Binford 1973）。这场争论暗流涌动至今，主要针对莫斯特工具，而这些工具的外形与功能都有很多模糊性，无法为任何一方提供无懈可击的论据。在这场争论中，一个问题被忽视了：其他影响莫斯特石制品组合多样性的因素也是存在的，特别是环境和年代因素（Mellars 1970, 1989）。无论如何，这样的讨论不会停止，而考古学家孜孜不倦地解读考古标本组合多样性的脚步也不会停歇。

由于石器的外部特征最为直观，非常容易提取，所以这些特征最常被用来描述石制品组合。拥有相似外部特征的石器被归为一个类型（type），不同组合中的各个类型可以进行横向对比（Roues 1939, 1960; Brew 1964）。对类型的概述，或称类型学分析，构筑了一个多世纪以来在组合间做对比研究的基础。

"类型"这个概念的内涵究竟是什么？这又是一个令人头疼的问题。与博尔德—宾福德之争一样，既经久不衰，又没有定论。在美国，最著名的交锋是艾伯特·斯波尔丁（Albert Spaulding）和詹姆斯·福特（James Ford）之间的争论，并在20世纪50年代早期达到巅峰。斯波尔丁（Spaulding 1953, 1954）认为，"类型"是史前器物所固有的。由于器物最初是按照特定标准被制作的，所以考古学家必须遵循史前工匠的意图来进行分类。而福特（Ford 1954a、b）则认为"类型"完全是考古学家的创造。不同的"类型"的存在可以解答关于史前材料的特定问题。考古学家能想出多少种"类型"，考古记录中可能就会有多少种"类型"。

这场争论还涉及用来描绘考古学组合的很多种变量。如果斯波尔丁是正确的，即类型是石制品内在固有的，那么变量就应该也可以被分成不同的种类，而且这些种类之间也可以进行比较。但是，

如果类型不是石制品固有的东西，那变量就或多或少具有一些连续性，就算存在，也是被人为地分隔出来的。怪不得，斯波尔丁喜欢用卡方统计（chi-square statistics）来支持自己的观点，而福特则偏爱采用以平均数和标准偏差进行描述的连续基统计（continuum-based statistics）（Odell 1981b; Bierwirth 1996: 62）。正如博尔德—宾福德之争，虽然这些类型学问题永远无法完全解决，但我觉得，较之于斯波尔丁的观点，现代考古学家更青睐福特对类型的看法。

工具的使用

讨论石制品制作和分类只是在探究史前工具用途的道路上迈出了一小步。考古学家惆怅了很长一段时间。尽管考古学家们偶尔可以从民族学材料中得到一些关于使用某种工具的知识，例如对因纽特人（Inuit）、布须曼人（Bushmen）以及澳大利亚土著（Australian Aborigines）的民族学调查，但早期的功能学研究几乎全部依靠主观推测，直到最近几年才掌握了一些适宜的方法和手段。

只有当考古学家开始认真严谨地观察石制品，并进行模拟实验，记录石制品在使用过程中所发生的变化的时候，真正意义上的功能学研究才初见雏形。塞西尔·柯温（Cecil Curwen）是这种系统研究的先驱之一（Curwen 1930, 1935）。他观察了近东遗址中某些石叶和石片的表面光泽痕迹[1]，推断出这些痕迹是石制品用作镰刀使用时，接触植物中的硅质颗粒所产生的结果。约翰·维索福特

1　光泽痕迹（gloss），石制品使用痕迹研究术语，详见本书第五章。——译者注

（John Witthoft）继承了这个观点，并且提出理论以解释这种光泽[1]的产生机理（Witthoft 1967）。

石器功能学研究史上最具影响力的成果无疑是谢尔盖·谢苗诺夫（Sergei Semenov）的《史前技术》（*Prehistoric Technology*），该书于1957年以俄文出版，1964年被译成英文。在书中，谢苗诺夫将从金属工具上获得的规律性模式应用到了石制品中。他认为，金属工具在使用后存在磨损痕迹，石质工具上也一样会存在磨损痕迹，并且，他根据在金属工厂等地对相关材料的观察结果，建立了自己的研究系统。谢苗诺夫通过对苏联出土的一些石制品的分析，指出石器使用特征最主要的表现是石器表面的刮痕（或称条痕）[2]。由于他有效记录了不同的磨损痕迹与一系列不同的使用方式之间的对应关系，这种研究方法旋即赢得了迫切需要这种信息的市场。他的著作影响极其深远，甚至不使用这种方法的考古学家也不得不表示认同。《史前技术》在出版后的至少十年内一直保持着在《美国古物》（*American Antiquity*）杂志上最高的被引用率（Sterud 1978）。

谢苗诺夫的工作在使用痕迹研究方面具有开创意义，但是由于条痕并非在多数石器上都能形成或被直接观察到，所以并不是非常实用。20世纪70年代，为了使谢苗诺夫的方法更加实用，并能切实运用于研究各类遗址出土的石制品中，悉尼大学的约翰·坎明加（Kamminga 1982）、哈佛大学的乔治·奥德尔（Odell

1 光泽（polish），石制品使用痕迹研究术语，详见本书第五章。——译者注

2 刮痕或称条痕（scratch or striation），石制品使用痕迹研究术语，详见本书第五章。——译者注

1977）和牛津大学的劳伦斯·基利（Keeley 1980）分别在三个大洲展开了各自的项目。前两位使用立体成像系统和反射光源技术进行显微分析，即“低倍法”；后者使用带有双目镜和入射光源的金相显微镜分析，即“高倍法”。1977年，“第一届使用痕迹分析研究大会”在温哥华举办，众多与会者共同探讨了这些观察技术。大会出版的论文集（Hayden 1979）激发了人们对这一领域的浓厚兴趣，推动了使用痕迹分析技术的迅猛发展，其中以基利的高倍法最为突出。扫描电子显微镜一直被认为能够很好地记录使用痕迹形态，并能够检验产生光泽的原因，但它很少被用于观察整个遗址所有出土标本。

光学仪器的功能之间存在着差别，与之相对应的高倍法及低倍法，究竟谁更占上风，谁能更好地分析石制品，第五章将对这场长达十年之久的论战进行详细介绍。可以说，答案和本书的主题一致，即技术的适用性取决于要解决的问题。换句话说，其实两种基本的使用痕迹研究技术都能很好地服务于特定问题，但它们各有所长，没有哪一方是全能型选手，在所有比赛中都能摘金夺银。

与此同时，残留物研究成为考古学家另一个有力的工具，甚至在某些方面取代了使用痕迹分析方法。石器上的残留物直到近几年才被系统地辨识出来，这是考古学家不断探索标本上更微观的蛛丝马迹的结果。这项工作始于弗雷德里克·布里沃（Frederick Briuer）、谢弗（Shafer）和霍洛韦（Holloway），他们从石制品表面分离出了附着的微小啮齿类动物的毛发和植物残存（Briuer 1976; Shafer and Holloway 1979）。随后，托马斯·洛伊（Thomas Loy）发现，在某些情况下，动物血液尽管在地下埋藏过程中受到各种沉积作用的影响，但仍然能够保存，并在石制品表面被提取

（Loy 1983），这激发了人们对这种技术的极大兴趣。在澳大利亚，植物是史前人类极为重要的食物资源。一些研究已经从石器上分辨出淀粉颗粒；关于石器刃缘上附着的植物植硅体的研究，目前也已起步。虽然这些技术都还存在一定的争议，但目前都在蓬勃发展，并展示了在未来工作中的巨大潜力。

行为问题

在世界上几乎所有的史前（除了很晚时段）遗址中，石制品都普遍存在，它们自然成为我们与史前人类对话的重要媒介。在许多遗址中，石器是唯一的信息来源，因此，考古学家有必要掌握石器制作和使用的基本原则，并记录相关信息。

不仅如此，石器除了能解答制作技术或简单的营生问题以外，还能回答其他问题，如有关人类行为、生活方式、社会经济结构以及社会组织原则的问题。因为，这些问题的解决方案直接影响后续几年石器分析技术的发展，本书第六章将通篇介绍有助于解答上述问题的石器分析方法。

举例来说，近年来关于狩猎采集者的石制品技术研究不仅侧重于技术性组织，还开始将人类迁移的问题纳入考量。这两个方面常常难分你我，影响石器制作技术的社会因素也同时作用于迁徙活动，反之亦然。举例来说，宾福德对努那缪提（Nunamiut）爱斯基摩人的民族学研究，即因其对社会群体迁移模式的论述而著名（Binford 1980）。基于这些研究，考古学家现在很习惯地使用集食者（collector）与采食者（forager）、居址迁移（residential mobility）与后勤迁移（logistical mobility）等术语。除了这些关于

人群如何迁徙移动的概念之外，宾福德（Binford 1977, 1979）还提出了对衣物、交通工具以及迁移装备等制备方式的论述。如果一个人跟随一个同伴进行一次为期两天的捕猎海豹之旅，而另一个人跟随一大群人远途追猎大批驯鹿，他们二者携带的装备肯定相去甚远，启程前的准备工作肯定也会大不相同。这些区别可以通过考古遗址中的石器制造场残迹、特殊活动区或其他空间结构来证实。

就石制品而言，有一个较大的问题：一件单独的石制品常常并不是一件工具的整体，而只代表了复合工具上的一个或多个部分。如果不对器物本身做详细分析的话，很难准确地说出这件东西对于史前人类来说意味着什么。因此，温德尔·奥斯瓦尔特（Wendell Oswalt）针对技术的复杂性开展分析工作，并以一件复合工具包括的部件的数量来衡量技术复杂性的高低（Oswalt 1976）。这是认识技术性组织（organization of technology）的一种方法，它在整个 20 世纪下半叶持续吸引着石器研究者。

最初由宾福德提出的关于迁移组织的研究被鲍勃·凯利（Kelly 1983）继续阐发。鲍勃利用“人类关系区域档案”（Human Relations Area Files）[1] 团队采集的数据建立了与采食人群有关的参数。麦克·肖特（Mike Shott）又补充了他的理论，证明了迁移的频率与距离将对一个采食人群的适应性产生不同的效果（Shott 1986）。这些研究影响了石器分析界，为研究石器组合与不同迁移组织类型之间的关系奠定了基础（Lurie 1989;

1　人类关系区域档案 (HRAF) 是一个国际公认的文化人类学组织。其使命是鼓励和促进对人类过去和现在的文化、社会和行为方面的跨文化研究。该组织 1949 年成立于耶鲁大学，成为该校的一个研究机构。更详细资料见其官方网站 http://www.yale.edu/hraf/。——译者注

McDonald 1991; Bousman 1993; Young 1994; Amick and Carr 1996; Odell 1996）。

多年来，石器分析似乎只服务于对狩猎采集人群感兴趣的考古学家。但是最近，考古学家开始意识到，社会复杂化出现之后，石器仍在被使用，甚至延续到金属器时代。研究复杂社会的石器组合时下相当普遍，例如对美索不达米亚王朝工具的研究（Pope 1994; Pope and Pollock 1995）、对北美和中美洲与史前宗教仪式相关的石器的研究（Sievert 1992, 1994）和对黎凡特（Levant）地区铜石并用时代及青铜时代石质工具的研究（Rosen 1996, 1997b）。这种形势促使石器研究者开始关注这些工具的制作和使用背景，以及它们在当时社会中的特殊作用。

多种视角

考古学从根本上说是一门科学。科学的目的是解答关于我们周遭世界的各种问题，而提出这些问题的视角决定了这些问题的性质。谈到考古遗存中的石器，则涉及三个视角：①制作并使用石器的人群的视角；②石器本身的视角；③发现并分析石器的考古学家的视角。它们之间的关系可参看图 1.1。

对石器本身的观察所需的视角最长远，因为它起始于作为原料的岩石的形成，再到工具的制作、使用和废弃，最后终止于考古学家之手。从整体观点来看，这是观察事物最全面的方式。石器使用者的视角则简单得多，因为它只从发现合适的石料开始，然后到制作和使用过程中的各个阶段，以及可能的装柄和整形。从这个角度看，工具的丢弃或遗失是最后的阶段。当许多年后被重新发现时，

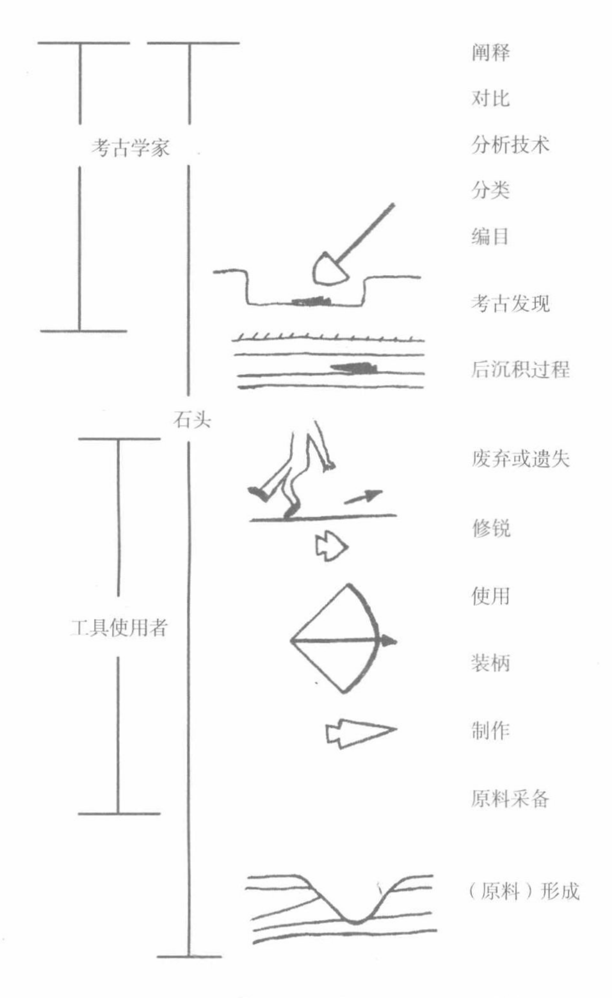


图 1.1　石制品的三种观察视角

石器便进入了考古学家的视线，而且考古学家很可能误解它的技术与用途，怀着与最初制作或使用者相去甚远的想法对待它，使石器成为将今论古的牺牲品。这其中涉及的许多过程将在本书逐一讨论。

在石器分析中，我们需要兼备这三个研究视角。考古学家的确需要进行分类、分析和比较，但不能永远停留在这个层次。理论阐释需要从石器使用者的视角出发，而石料来源问题则需要从岩石形成的机理出发。一项综合性的石器分析往往必须兼备多种视角。

第二章 原料采备

假设出于某种原因，你受命承担了对某一地区石制品的研究工作。对这一地区的考古学背景你只是略知一二，而首先要搞清的是如何处理这些在考古遗址中阴魂不散的倒霉石头。无论你是刚入行的研究生，还是刚刚进入文化遗产保护机构（Cultural Resource Management）工作的博士，是第一次被迫研究石制品的陶器专家，还是参与研究当地史前史的业余爱好者，或者任何其他情况，这个任务都不轻松。

比较好的切入点是寻找石制品的来历，即所谓的“寻根”。这是很好的初步策略，不仅因为可以事半功倍地获得大量信息，还会让你对这片最后将产出丰硕成果的区域更加了解和熟悉。

本章将讨论最常用的研究原料产地的方法，并提供充足的文献供读者查阅，以便读者进一步选择适合的研究方法。在研究原料产地时，最好遵循一定的研究程序，不积小流无以成江海，只有掌握大量基础性的知识才能堆积出突破性的成果。本章将介绍一套研究流程，基本步骤参见图 2.1。这套流程与芭芭拉·吕特克（Barbara Luedtke）提出的方法非常相似（Luedtke 1992: 117-119）。

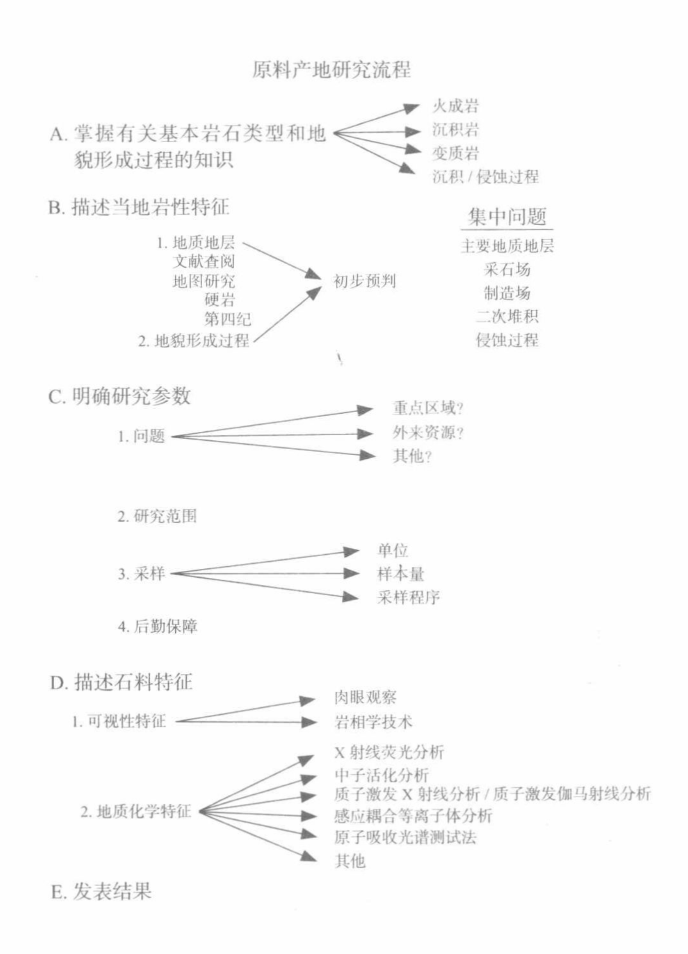


图 2.1　研究石制品原料采备和产地的规划步骤

这套研究流程要求考古学家必须拥有宽广的知识视野，这种知识视野涉及人类之外的一些背景问题，而且是大多数考古学家感兴趣的核心问题。我们首先要了解石制品原料本身，即回答“这些岩石从哪里来？”这样的问题，就必须先思考“什么是岩石？岩石有

哪些种类？我们要面对的考古标本包括多少种原料？”这种问题。当然，从史前工具使用者的角度来看，这些问题无关紧要。不管选择什么材料，只要成品能用就行。而石器研究者则背负着解释先祖行为的使命——想必我们的先祖已经预料到了这一点。因此不同石料之间的差别对石器研究者来说就变得至关重要。

所有这些讨论应建立在一定的理论知识基础之上，也就是说关于研究区域，应有丰富的基本岩石类型与地貌形成过程的综述资料。这些资料不仅应当包括文章和著作，还应当包括第四纪基岩的分布图。如蒂姆·丘奇（Tim Church）所说："任何未对研究区域相关的地质学资料进行彻底梳理和掌握的课题，都应该受到质疑。"（Church 1994: 78）我们应最先梳理的两个问题就是：

问题 1： 什么是岩石？

问题 2： 岩石有几种类型？

我首先将列举考古学家最感兴趣的地质学概念，但这一部分较短，并非详细深入的教学大纲。更详细的信息，可以参考这里引用的地质学文献以及科伊曼（Kooyman 2000）专著中的第三章，该章节提供了适合考古学背景读者的地质学概要知识。然后要介绍的是原料产地分析的几种基本方法及其优缺点。本章结尾将提供应用实例，这些例子指明了可解决的考古学问题的范围。

岩石的形成

地质学家将石料分为矿物和岩石。"矿物"是无机物，具备特

有并且均一的化学成分，通常具有明确的晶体结构。尽管有一些是单质，但大多数是化合物。不同矿物在特定情况下结合形成“岩石”，它们往往由不同成分构成。附栏 2.1 列举解释了本书以及其他文献经常使用的一些术语。

尽管史前人类选择特定的石料制作特别的工具，但考古资料呈现出的石料种类是如此繁多，石器研究者必须关注不同种类的岩石和矿物。另外，适用于人类特定行为的理想原料分散在各处，并不会在每次需要时都唾手可得，此时人们就会退而求其次，使用次一级的原料。

附栏 2.1　地质学术语

以下是描述石料形成与特征时的常用概念。

碎屑作用（clastic）　石料结构因机械或化学原因造成破裂后，历经的挤压和胶结作用。

成岩作用（diagenesis）　沉积物在堆积作用之后、变质作用之前，通过生物、化学或机械运动而发生的改变。

单质（element）　不能通过一般化学方法继续分为不同物质的化学结构。

破裂特征（fracture characteristics）：

贝壳状（conchoidal）　具有类似贝壳的平坦表面，即有圆形边缘的平面。

隐晶质（cryptocrystalline）　具有非常微小或“隐藏”的晶体结构。

各向同性（isotropic） 破裂时在所有方向都具有相同强度和相似特征的特性。

均一性（homogeneous） 石料整体具有相同特性。

热液（hydrothermal） 高温液体。

火成岩晶体结构（igneous rock crystal structure）:

隐晶岩（aphanitic） 以小晶体为主，包括玄武岩、流纹岩和安山岩。

显晶岩（phaneritic） 以大晶体为主，包括花岗岩、辉长岩和闪长岩。

斑状（porphyritic） 在质地良好的岩石内含有大晶体或显斑晶。

岩化（lithification） 沉积物紧压和胶结，不易分解。

矿物（mineral） 由单质或化合物结合而成的物质，具有特殊的化学成分和晶体结构。

沉淀（precipitate） 溶液中矿物的溶解和再沉积。

岩石（rock） 成分不统一的无机材料，由两种或两种以上的矿物结合而成。

粗岩（rough stone） 考古学术语，常用来指制作器物的非玻璃质石料，如花岗岩、石英岩和其他颗粒结构的岩石类型。

沉积物（sediment） 母体岩石通过化学或机械风化过程脱落后堆积的小无机颗粒。

火成岩

地质作用力可以很好地解释岩石的缘起。地球由外部地壳和内

部软流层构成，其中地壳可分为多个板块（Wilson 1989: 4），这些板块为地球内部物质向地壳移动提供了渠道。通过地质作用过程挤压出的物质是岩浆，这种物质在地下深处已经结晶，又在靠近地表处熔化，偶尔会以熔岩的形式喷发出来。这一过程形成的特定岩石和矿物主要取决于单质在某一地点的浓度和冷却速率，通常空气中的冷却速率要比在地壳下快得多。如果在某一地点，冷却物质包含非常均一的化学成分，原子排列也较有规律，那就很可能形成矿物。如果成分和特性较为不均，就会形成矿物化合物或者火成岩。地壳中95%的部分都是由各种形式的晶体质岩石构成的（Blatt et al. 1980: 280）。

岩浆冷却速率影响着岩石质地，这个规律对制作石制品的古人类来说至关重要。缓慢冷却的话，就有足够的时间形成晶体，侵入岩的形成大多属于这种情况，即岩浆还未达到地表便冷却形成岩石。火成岩可以根据晶体大小进行分类（参见附栏2.1）。

我们可以根据火成岩的颜色判断它的化学成分。浅色火成岩包括石英和长石等，含有大量硅、铝，称为“长英矿”。深色火成岩包括闪石、辉石和橄榄石等，含有大量铁、钙和镁，称为“镁铁矿”（McBirney 1993: 24）。尽管颜色可以指示岩石的基本性质，但是热液作用的改造和风化作用造成了许多例外，通过颜色判别仅仅是鉴定的第一步（Hibbard 1995: 144）。

火成岩的分类还要考虑质地、颗粒大小及化学成分的特征，但是基本的识别特征还是矿物学特征（Carmichael et al. 1974: 27-28; Ehlers and Blatt 1982: 100-101; Hibbard 1995: 144）。火成岩的质地，从粗糙的花岗岩和闪长岩到细腻的流纹岩和安山岩，再到黑曜石这样的玻璃质结构，林林总总，千差万别。如果考虑化学成

分的话，则是根据所包含的长石和镁铁矿种类，以及石英的存在与数量分类的。

制作史前石制品使用的很多原料都属于火成岩。细颗粒的黑曜石、安山岩和某些玄武岩等石料，经过打制都能产生锋利的刃缘，因此被广泛使用。粗颗粒石料，如花岗岩，则由于经久耐用的特质多被用作石锤、撞锤等敲击工具。

沉积岩

一旦岩石堆积在地壳中，就开始经历化学风化和物理风化，这个过程会导致大块固体物质破碎成小颗粒，然后积聚形成“沉积物”。沉积物还要经历另外一个动态过程——“成岩作用”，即“沉积物在堆积之后、变质之前所经受的所有物理、化学和生物性改变”（Ehlers and Blatt 1982: 386）。主要变化之一是压缩，实验研究已经表明，堆积不久后，石英砂岩的小气孔空间会由45%减少到30%左右。较软性的碎屑能够强化岩石内部颗粒之间的咬合和压缩，从而起到促进成岩化的作用，化学沉淀或胶结也能产生同样效果（Ehlers and Blatt 1982: 388-391）。因此在适当条件下，沉积物可以通过挤压和胶结变成岩石，也可以通过化学和物理侵蚀作用分解。

沉积岩占据了地球陆地部分的66%，以及很大部分的海床，这是由于火成岩和变质岩的化学性质不稳定而造成的。沉积岩中95%以上是砂岩、泥岩或石灰岩一类的碳酸岩（Ehlers and Blatt 1982: 249）。在野外，识别沉积岩环境首先要了解小尺度构造，比如交错层、生物坑穴或者崩移断陷结构，然后再识别岩相和较大的地层单元。这些结构与沉积岩的形成紧密相关，可能是海浪、

流水、沙丘侵蚀、地质侵蚀和风蚀，或其他自然营力作用的结果（Blatt et al. 1980: ch.5; Selley 1988: ch.5、6; Tucker 1991: 2）。

沉积岩是根据颗粒大小和化学成分来分类的，颗粒大小为诸如砂岩和泥岩一类的岩石提供最显著的区别特征，而化学成分对于区分碳酸岩和其他岩石以及区分白云岩和石灰岩特别有效。尽管分类系统各不相同，但是在具有代表性的分类方案中，沉积岩包括以下几类：①硅质碎屑岩（砂岩、泥岩、砾岩、角砾岩）；②生物类、生化类和有机类（石灰岩、燧石、磷酸岩、煤和油页岩）；③化学类（蒸发岩、铁矿石）；④火山碎屑岩（熔结凝灰岩、凝灰岩和玄武碎屑岩）（Tucker 1991: 1-2）。从考古学角度来看，沉积岩中最重要的类型就是碎屑岩和燧石。碎屑作用即母岩破裂，经过挤压和胶结，最终二次成岩；燧石则是具有特定性质的生物类硅质岩，适合石器制作。

碎屑岩

对于打制石器的工匠而言，岩石至关重要的是具有合适的脆性、良好的粒度和各向同性的性质。随后章节中也将介绍，石器制作者希望能够按照特定的设计风格制作成品，因此希望石料足够脆，以便于破裂（但不能脆到不结实，没法形成刃缘），希望石料内部粒度小，以产生锋利而平直的边缘，而避免因石料颗粒过大，破裂面凹凸不平，最后得到一个不平直的刃缘。对最终产品的控制还要求打击力遵循断裂力学法则，而摆脱晶体结构或内部破裂面等的控制。换句话说，石料内部的性质必须均一，这样才能使打击力在所有方向上的传导都相同，这种性质即“各向同性”。如果这些条件都具备，那破裂的结果就是形成“贝壳状”，具有像贝壳一样弯曲而平坦的特征。

适合制作石器的沉积岩，必须由石英（二氧化硅）密致胶结而成，这种石料内部颗粒间的空间被填充的较充分，打击力才得以均匀地贯穿颗粒及其周围的胶结部分。完全硅化的石料和不完全硅化的石料的压缩力传导路径是不同的，打击力在前者中会直接穿越，而在后者中则绕过每个颗粒（图 2.2）。

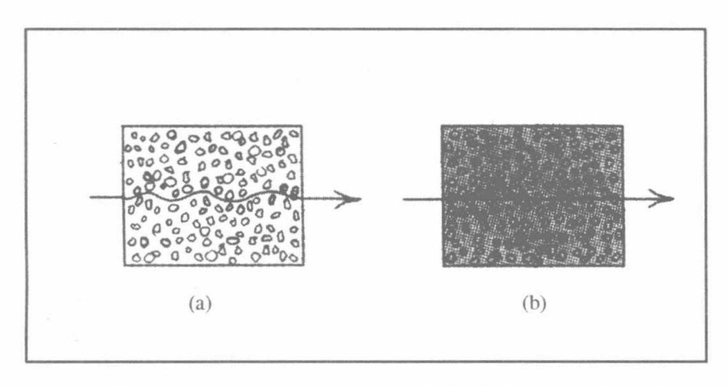


图 2.2　打击力通过非硅质或不完全硅质石料（a），打击力通过硅质程度高的石料（b）的状态

根据硅化程度，可用于制作史前工具的沉积岩类型很多，包括砂岩（以正石英岩形式胶结）、粉砂岩、泥岩和硬砂岩（具有大量长石的黏土砂岩）。但是，很多情况下，碎屑岩的硅质程度不足以产生贝壳状破裂。因此，较之于其他岩石类型，史前时代可利用的碎屑沉积岩相对稀少。而页岩这种由黏土形成的层状沉积岩，即使中度硅化，其内部的破裂面往往影响破裂方向，也不适于生产工具。

燧石

多数情况下，比碎屑岩更适合制作石器的石料是燧石。这

种岩石质地非常细腻，尽管多数地质学家称之为“微晶质岩”（microcrystalline），但考古学家喜欢称之为“隐晶质岩”（cryptocrystalline）或“隐粒岩”（hidden-grained）。除了个别燧石中含有杂质、晶簇和内部风化的缺陷外，它们通常是各向同性的，能够产生坚实、薄的边缘，制成理想的利刃工具。虽然地质学家经常将这种岩类区分为燧石、火石、玉髓、玛瑙和碧玉，但是这些类型的成分一致，亚类型是根据其他特点划分的。因此，很多情况下并不能将这些亚类型区分出来，吕特克（Luedtke 1992: 5）将所有这些亚类型都归入“燧石”条目之下。有时颜色和质地的差异是由所含的杂质造成的。

燧石主要是由一种硅酸盐矿物即石英构成的。除了玉髓以纤维形式为主，多数石英在结构上属于微晶质。这种石料的晶体结构中常常有充满水分的液泡，内部颗粒方向随机分布。燧石以结核和成层沉积物的形式出现在石灰岩和砂岩沉积中。成岩过程中，石灰岩中的碳酸钙如果被硅质替换，就会形成结核状燧石。而板状或层状燧石则主要由于沉积物中碱性过高而积聚形成（Blatt et al. 1980: 575-577; Selley 1988: 394-396; Tucker 1991: 212-216）。燧石中常见的硅藻外壳、放射虫和海绵针状体都指示了燧石是由化学性质不稳定的非晶形硅质结晶形成的（Blatt et al. 1980: 572）。

在很多条件下都会发生硅质沉淀和层状燧石的发育。非晶形硅质或称 A 型蛋白石，是由多种动植物产生的，典型的表现形态是植硅体和硅藻中的硅质。有机体死亡后，这些结构中的硅质被释放出来并和其他硅质分子结合，产生 CT 型蛋白石，也称为正绿方石英或方石英，这种物质取代了硅藻、放射虫的骨架及其他结构，这也就是成岩过程的第一阶段。因为 CT 型蛋白石不是完全稳

固的（即亚稳），继续进行的成岩作用将CT型蛋白石转变为石英化合物，即我们熟知的燧石（Tucker 1991: 215; Luedtke 1992: 23-24）。转变速率是时间、温度、埋藏深度和相关沉积阶段共同作用的结果。这种形成过程最为普遍，但并非唯一的情况，因为层状燧石有时候与火山岩有关，可能是由高碱度湖相中的火山沉积物形成的（Williams et al. 1982: 401; Tucker 1991: 216）。

变质岩

变质作用指岩石“在高于成岩作用低于熔化作用的压力和温度”下产生的变化（Ehlers and Blatt 1982: 511）。这些变化包括颗粒化、再结晶化、破裂和变形流动。变质作用的典型特点是化学成分的再分配，常常在有水流体的情况下发生，可能还与热液效应有关（Hibbard 1995: 276），主要发生在海底有热液存在并流通的地方（Wilson 1989: 122-124）。变质岩的分类多种多样，主要是基于结构、质地和成分的差别，还基于变质作用的一些独特概念，比如叶理、节理和线理的特征。命名惯例通常是在基本岩石名称外附加一个特殊结构或者成分特征，例如，花岗片麻岩（Ehlers and Blatt 1982: 512-515）。

变质作用对于石器使用者来说可能是优点也可能是缺点。例如，页岩的质变产生一种再结晶物“板岩”，由于它的脆性和板状结构，很难制成利刃工具或用作砸击工具。但另一方面，砂岩的再结晶产生了花岗变晶状变质岩，即所谓的石英岩，这种石料有时具有各向同性的性质，并能产生理想的贝壳状破裂（Ehlers and Blatt 1982: 512-516）。其他适合制作石器的变质岩还有厚泥岩和角页岩，在变质作用下，二者的内部颗粒结构都被充分“熔化”，最终形成

了良好的粒度（Andrefsky 1998: 56）。

小结

史前人类可获石料的特性是非常值得深入学习的，因为这些知识对于评估原料的最初产地及其潜在功能至关重要。显然，并非所有岩石都能为史前人类所使用。对于刃类工具来说，容易塑形并且最容易形成锋利边缘的石料是最理想的，即脆性较大、质地均匀、各向同性，以及能够产生贝壳状破裂面的原料。整个史前时期，人类使用频率最高的是微晶体硅酸岩类，如火石和燧石，还有玻璃质和颗粒细腻的火山岩，如黑曜石和安山岩。其他石料，如正石英岩、细腻的石英岩、厚泥岩和泥岩，只有经过高强度的硅化作用和变质黏合后才符合上述条件。

适用于刃类工具的石料并不一定适用于制作敲击类工具，如斧、锛、石锤等。这类工具不需要很锋利，对加工也没有什么要求，其脆性和贝壳状破裂面也没有什么意义。制作敲击类工具的理想石料特征是耐用性，以及在不断的敲击过程中保持功能区形状的能力，这也就是粗糙、笨重的岩石所拥有的特性，比如花岗岩、辉长岩和闪长岩。需要注意的是，在自然环境中，各种各样的自然力也会产生“刃类工具”或“敲击工具”，但是这通常需要极其特殊甚至罕见的条件。

地貌形成过程

了解各类岩石的产生固然非常重要，但我们需要掌握的石料知识远不止于此。石料的自然搬运过程也是一个重要问题，因为研

究者往往能够依此探寻人类获取资源的途径（Holliday 1992; Water 1992; Stein and Ferrand 2001）。例如，深埋的燧石结核可能必须通过深坑洞穴开采才能获得，而地质切割环境中的层状燧石则很容易在河床中捡到。掌握了这些关系，考古学家便可以更容易地解读人类对这些石料的采备策略。对地貌形成过程（如堆积和侵蚀）的了解，也有助于我们解释古人类与资源地之间的关系（Shackley 1998: 263）。这些思考强调了以下研究问题的重要性：

问题 3：这个地区主要的地貌形成过程是怎样的？

要分析这个问题，让我们先参考一下图 2.3，图中示意了燧石在一处高地沉积环境下的三种不同情况。顶部是包含了燧石砾石的冰碛堆积，中间是上新世堆积的砂砾岩层和燧石砾石堆积，再往下是夹在两层白垩纪石灰岩中间坚固的板状燧石堆积。

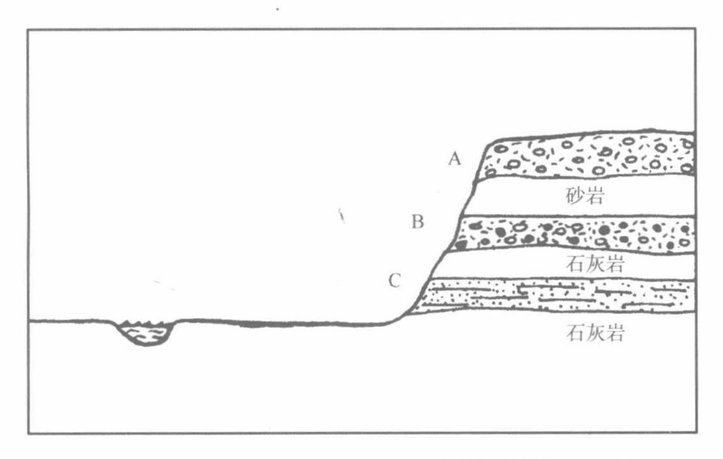


图 2.3　通过不同机制最终形成同样沉积地形的燧石示意图

A. 松散的冰碛沉积；B. 形成于上新世的角砾岩；C. 石灰岩床中的板状燧石堆积

对于寻找当地燧石资源的史前居民来说，这三种情况具有不同的开采潜力。尽管受到这一高地的地面覆盖物、植被和侵蚀情况的影响，最上层冰碛堆积 A 中的燧石可能最易获得，堆积的松散特性会更有助于人们的开采，不用到达基岩就能获得理想的石块。中间堆积 B 也不坚硬，但是距离地表较深，要大面积开采其中的燧石就不如堆积 A 那样容易。它们只有在山谷两侧或某些因侵蚀而暴露的地方才能露出来，因此可能不会像冰碛堆积中的石料那样经常被碰到。由于不同的成因，堆积 B 中砾石的化学成分和风化特征会与冰碛堆积中的有所不同。最下面的地层 C 在山谷露头以外的地方是不可能被开采到的。板状堆积层破裂而形成角状石块，最终形成 C 层，其中的燧石应该与 A、B 两层中的非常不同，至少就它们原初的、未经改造的形态而言极为不同。就是说，较之于来自冰川堆积和河流冲击堆积中的燧石石块，来自 C 层中的燧石具有更多的角砾特征。

侵蚀过程对于石料开采者来说也非常重要，图 2.4 中展示了两种情况。蕴含燧石结核的 A 堆积已暴露于地表，地下部分的埋藏深度也较浅。燧石结核最初形成于钙质层，地层被侵蚀之后，较坚实耐风化的燧石就在靠近地表比较松散的堆积中保存了下来。相对致密的 B 堆积以石灰岩为主体，其中的燧石结核会从地层中移动到附近的河床里。

上述两种资源类型显然对燧石的开采提出了两种完全不同的要求。如果地表覆盖物不多，那就可以在较大区域内采集地表暴露的燧石（A 堆积中的燧石），从浅层地下的堆积中开采也非常容易。而下层的早期石灰岩层 B 内的燧石只会暴露在山谷两侧。从原生堆积处坚硬的石灰岩母质中开采燧石也不是不可能，但更常见的情

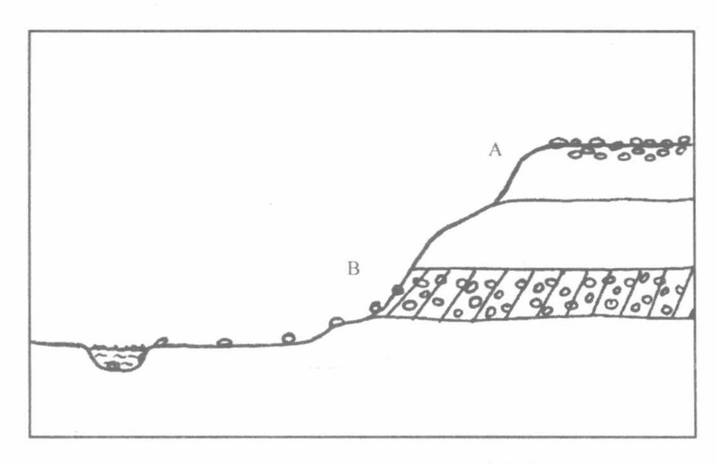


图 2.4　燧石进入其他环境的二次堆积

A. 基质中燧石经过侵蚀后的堆积。当前存在形式不同于最初状态；B. 石灰岩地层中的块状燧石，经侵蚀后搬运后河床中

况是，燧石是从河床的次生堆积中获得的。

陆地上各种石料的埋藏情况各异。一方面，一种石料资源可能局限于一定的范围内，例如吕特克在博士论文（Luedtke 1976）中研究的密歇根石料资源的情况。另一方面，一种石料资源也可以广泛分布于一个大的地区，并且如同石料的多样性一样，同种的石料资源内也会呈现极大的多样性特征。伯林顿（Burlington）燧石就是这样，这种燧石分布于三个州的大部分地区，目前还没有关于这种石料多样性特征的充分描述（Meyers 1970; Ives 1984; Luedtke and Meyers 1984）。不同的资源分布情况会引发不同的采样及描述方面的问题，因此在任何石料产地分析中，我们必须详细地考虑到所有可能性。

这里之所以将燧石作为开采对象来举例，是因为这种原料在考古遗址中广泛存在，其他被史前人类所利用的石料也都可以套用上述理论。在尝试开展任何地区性课题之前，对本地资源性质和分布

的了解至关重要，这就需要对当地地质学文献和地质地貌图件非常熟悉，也需要了解地貌形成过程（参见 Butzer 1982; Holliday 1991, 1996）。这些知识会有助于我们更好地理解史前人类的各种行为，更清晰地解读史前人类在进行石料开采时所面临的问题。

确立研究的问题

任何研究最关键的一环就是明确研究目标和研究范围。就个人经验而言，石料产地研究涉及以下两个基本问题：

问题 4： 这些石料是否产自本地？

问题 5： 这些石料的真正产地在哪里？

不管哪种情况，解决这两个问题都需要进行有效的抽样调查，并了解相关的史前人群特征。

这种原料是否产自本地？

一个典型的有关考古遗址的问题就是：一处遗址出土的哪种石料是本地可获得的，而哪种是外来品。首先要做的就是确定“本地”的范围——是紧邻遗址的地区，还是整个地区，或是其他空间范围？一旦确定了“本地”的范围，也就是划定了研究所涉及的范围，同时也确定了研究所采用的参数。接下来，研究人员的任务就是做周密的计划，在课题有限的时间和经费预算内确保任务的切实可行。

一旦空间界限被划定，我们就需要明确抽样单位，这个步骤会立即产生铺天盖地的问题。也就是说，为了确定合适的抽样单位，

你需要了解参与研究计划的全体人员、运输和后勤支持的保障性，以及最终将要使用的分析方法。前两项是项目的具体细节，后一项将在本章后半部分加以讨论。

让我们以具体问题为例。假设你的研究区域在伊朗的某个区域，兴趣点是本地是否有一种稀有的天青石。将研究区域确定得较小，如图 2.5 所示，只包括两个小河谷、大河谷的一部分以及附近的高地。由于资金和人力充足，而天青石比较稀少，所以最有效的地表采样方法是对整个地区展开拉网式踏查，并且记录所见到的每件天青石。在这种情况下，抽样单位就是“件”。

现在再来考虑另一种情况：这次假设你对津巴布韦发现的某种角石感兴趣（津巴布韦的朋友，这只是假设的情况）。这种特殊类型的石料与本地的角石类似，但是要弄清它到底是否产自本地以及在哪里可以找到，就需要进行采样。此外，这次的工作区域要比刚才那个例子中的地域大得多。在这种情况下，你不能将“件”作为

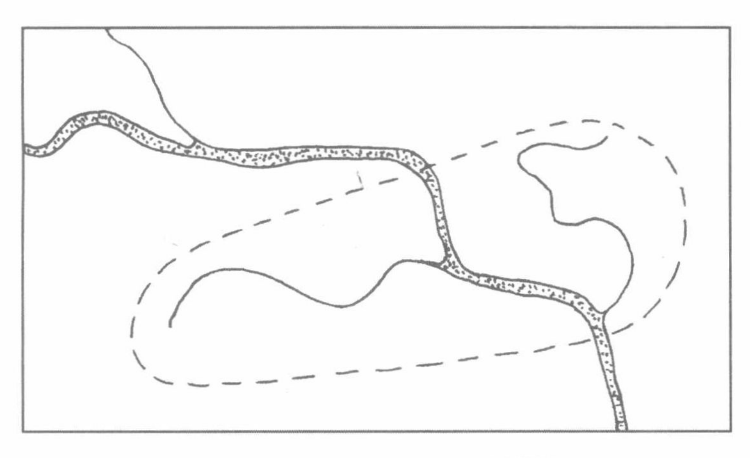


图 2.5　勾勒假设的当地区域性研究范围

抽样单位，因为整个地区有太多石块，你需要从中做出选择。你也可能没有足够的时间或资金调查研究该地区的每个角落。既然不可能全面覆盖，那就需要制定一个采样策略，一个能够提供本地石料最有代表性特征的策略，以服务于你的假设。一个可行的方法是将取材的空间地点作为抽样单位。

说到这里，我们越来越深陷于采样理论，不过本书不是关于采样的教科书。对这方面问题的讨论参见统计学教材（如 Blalock 1972: ch.21; Drennan 1996: part Ⅱ）及考古学中的数理统计应用（如 Mueller 1974, 1975; Nance 1981; Nance and Ball 1981）。至于石料产地问题，可参考本章附栏内的实例，以及沙克利（Shackley 1998）和丘奇（Church 1994: ch.3）的相关文章和著作。

石料的真正产地在哪里?

第二类有关石料产地的常见问题是：你已经知道了某种特殊原料来自遗址以外，但却不知道它的真正产地。这个问题常常出现在出土黑曜石和外来燧石，但本地没发现这些石料产地的遗址中。在这种情况下，有必要调查所有潜在的本地资源，但这种调查不见得成功。

假如这种石料确实产自遗址以外，那它必定有被带入遗址的理由，也就是说这种石料很可能来自一个已知的、被频繁开采的采石场或石料产地，因为史前人类有意识的开采行为而被带入遗址。考古文献中会对产地的石料有所描述，我们可以将文献中的描述与所研究遗址的出土材料相对比。如果一个类型的石料存在许多种可视性特征，那么考古文献中的描述通常就会比较精准，例如许多种类的燧石和“粗糙石料”，“粗糙石料”是时常用于非玻璃质或非燧石

质石料的术语，包括史前人类所使用的大量沉积岩、火山岩和变质岩。在这种情况下，单从可视性的标准就能确定资源产地，或者至少能将问题限定在可控制的范围内。某些石料，例如黑曜石，尽管来自不同产地，但靠外部特征基本不能区分。但是，黑曜石的类型与有限的几条岩浆流有关，这些岩浆流的地理位置是比较确定的，因此可以据此判断黑曜石的产地。

总之，首先要确定所研究石料的产地，然后将这些产地中的石料与我们手中的考古标本相对比。现在我们的研究框架里除了“本地”的出土材料以外，又加入了石料产地，对于后者，也要仔细对待，认真界定。如前所述，所谓“石料产地”其实就是在一定范围内具有多样性的地层或岩相，描述这些多样性很重要，因为一件标本可能来自产地中的任一部分。如果你只略知一二，那么尽管一件标本的原料来自于这个产地，但因其特点不在你所知道的该产地石料特征之内从而被排除在外。因此，如果你打算选择基本研究区以外的产地进行取样，那就必须熟悉那个地区，以便选取的样品能有效地反映石料产地内的多样性。图 2.6 示意了这种情况，标明了重点考古工作区域和可能是遗址标本原料产地的另外两个地区。

考察外来石料产地最终可能要对每个产地进行走访和采样。采样的概念很重要，因为每个产地的石料都会呈现出多样性。准确描述这种多样性很关键，尤其是不与大量考古标本进行对比的时候。再次重申，研究者必须确定合适的取样单位、取样大小和取样程序。为了便于对比，不同产地的所有参数应该一致。

现在让我们回顾一下整个研究流程。第一步，划定研究地区的界限。第二步，对该地区所有相关的岩石类型、地层、主要堆积以

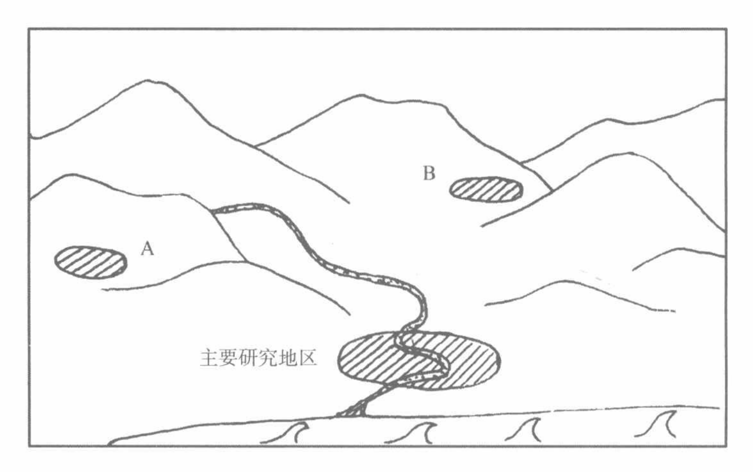


图 2.6　与主要研究地区相关的假设产地 A 和假设产地 B

及侵蚀过程进行背景研究。第三步，通过背景考察，明确真实并可能解决的研究问题。第四步，明确适合的取样单位和分析方法。第五步，着手进行野外工作。第六步，描述并对比工作中获得的标本。下面的主要内容是介绍石料特征，通俗地说，就是帮你弄清你到底获得了什么样的标本。

可视性特征

要说明一种石料的产地，首先必须描述它的特性。对这些特性定义得越严谨，对其多样性的了解就越精准，产地研究就越成功。描述石料特征的方法有许多，根据我们的研究目的，将它们分为两个基本类型：①微观或宏观的可视性特征描述；②石料化学成分特征描述，这个过程往往需要一些比较复杂的仪器。显然，可视性特征描述较为简单而且普遍，所以先从它开始。

肉眼可观察标本

“肉眼可观察标本”（hand specimen）一词是指通过肉眼或低倍放大镜观察即可了解其特征和产地的标本。其识别特征是颜色、质地和密度。颜色可以参照芒赛尔色表（Munsell Color Chart）或岩石标准色表（Rock Color Chart）。质地是指表面的相对粗糙度，可以将出土标本同对比样板进行比照判断。密度可以通过浸水或其他方法测量，尽管丘奇（Church 1994: 47）在运用此种方法时遇到了测量精确度的问题，但我们仍可尝试。既然这种技术要以研究者了解众多的原料类型为前提，那么也理所当然地要求研究者手上有多种岩石矿物的对比标本。

由于这种方法简单易行，对肉眼可观察标本的可视性评估是最常见的石料产地判断技术，而且，当处理特征性较强的样品时，这种技术非常精准。事实上，弗格森（Ferguson）和沃伦（Warren）通过判别式函数统计（discriminant function statistics）来分析石料的可视性特征，编制出了针对伊利诺伊州北部燧石的检索表，精确率高达90%以上（Ferguson and Warren 1992）。附栏2.2展示了使用简单的可视性特征鉴定技术对一个区域内多种燧石类型的分布所做的研究。

附栏2.2　通过采样确定本地石料

高速公路建设破坏并扰乱了很多土地，其中就包括考古遗址。20世纪70年代早期，当伊利诺伊州决定将中部高速公路从斯普林菲尔德（Springfield）向昆西（Quincy）延伸116公里时，伊利诺伊考古基金会［后来改称美国考古中心（Center for American Archaeology，简称CAA）］与伊利诺伊交通部签订了合约，并在沿线进行了考古调查，确定了150处遗址，其中92处

受到高速公路建设的破坏影响（Farnsworth and Walthall 1983）。

项目开始之初，毫无研究计划性和预测性，而且最终的研究形式也尚未确定。在这种情况下项目组建立了一个石器分析实验室，聘请奥德尔作为实验室主管。在奥德尔负责期间，初期考古调查其实已经完成了，进入了对遗址进行重要性评估的阶段。正如以往对几处做主动发掘的重要地点的评估一样，对这些遗址的评估有一定的流程、人员配置和预算。尽管这些评估环节相对独立，而且在最初也没有人确切知道需要什么样的数据，但是能确定的是，所有遗址都会发现石制品，并且数量巨大。

最终有人提出这样的问题："该地区的史前石器使用者是从本地获取石料还是从远距离地区获取的？""他们的石料采备系统是怎样的？"很幸运，汤姆·迈耶斯（Tom Meyers）几年前收集了关于该地区燧石的资料（Meyers 1970），尽管他研究的区域在高速公路以南几公里处。迈耶斯的一个重要结论是，史前石料采备可能集中于小河床二次堆积中的燧石，而非较难获得的岩床石料。的确，在他得出结论的时候，当地确实没发现史前燧石采石场。

在研究遗址出土的亟待分析的大量石制品之前，有必要先弄清当地石料资源的性质。对史前石料采备行为感兴趣的研究者应该掌握一些关于本地石料的基础知识。因此，项目组先展开了一项针对燧石资源产地的初步研究，后来又扩展到了其他石料。对于被高速公路横穿的遗址区来说，"本地"的定义最好仅在高速公路两侧各延伸约8公里内。尽管对这个地区可以进行随机采样，但是这个策略非常艰巨且耗时，因为很多理想的抽样地点都不易靠近。

于是课题组认定，对整个地区进行地毯式踏查比随机采样

的效果更理想。取样地点覆盖所有研究区域，并以道路和河流交叉处最为密集。岩床样品取自伊利诺伊河谷断崖以及高地上最近发现的一座史前采石场。返回实验室，样品根据打制性能和质地分级，并将不同采集地点相互对比。

即使这次取样是非随机的且相对松散，结果却很惊人，并与其他研究对该地区所得出的结论相吻合。这项研究获得了几项有趣的认识：①除了伯林顿燧石以外，本地还有其他能够制作石器的大块硅酸岩结核，冰碛层中的硅酸岩可以从堆积横断面西部获得，而且断面中部地层中的白垩纪硅质砾石是次生堆积；②伊利诺伊河东部没有尺寸合适的燧石；③整个横断面内燧石的差别很大，即不同部位的石料好坏不一；④确定了五处燧石特别丰富的“热点”地带（Odell 1984）。对高速公路穿越区研究的主要结果，包括“热点”地带的具体位置，参见图 2.7。对当地资源产地评估的结果对于解释史前原料采备模式提供了极大帮助。

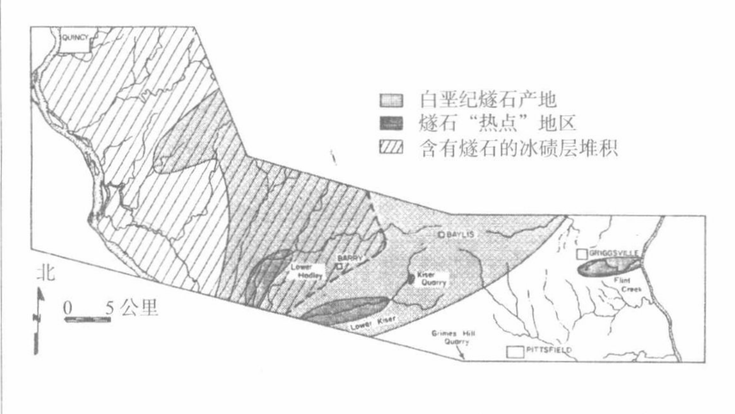


图 2.7 伊利诺伊州燧石产地图（Odell 1984: Fig. 3.6）

许多石料并不像伊利诺伊州的原料那样容易识别。一些石料看起来易于辨识，但随着野外工作中发现另外资源地产出相近的石料，这些识别性特征就不那么清晰了。以阿利巴特斯（Alibates）玛瑙质白云岩为例，这是一种高度玻璃化的石料，深受南部平原居民的钟爱，传统上认为其产地在得克萨斯州的阿马里洛（Amarillo）附近。但是伯克利·贝利（Berkly Bailey）通过最近在俄克拉何马州西北部和堪萨斯州西南部所做的野外调查，证明了戴克里克（Day Creek）燧石和阿利巴特斯燧石有许多重叠的可视性特征（Bailey 2000）。这项发现对先前的许多研究提出了疑问。在这些研究中，一些特定的石制品的原料被认定为阿利巴特斯燧石，仅仅因为它们看起来像。更糟糕的是，研究中整个石料采备和社会动态模型都是基于这个结论而进行的。

最近两项关于美国中部黑曜石的研究更凸显了上述对石料的不精确认识所造成的危害。就太平洋危地马拉海岸史前黑曜石石叶的生产问题，杰克逊（Jackson）和洛夫（Love）对其中一些石叶进行了X射线荧光（XRF）分析（Jackson and Love 1991）。他们的研究表明，随着时间的推移，该地区的史前人类先后利用了三个黑曜石产地。如果研究者仅仅依靠石料的可视性特征来估测产地，结论将十分不同，因为X射线荧光分析屡屡得出有悖于可视性特征观察结果的结论。在一项类似的研究中，莫霍伊—纳吉（Moholy-Nagy）和纳尔逊（Nelson）对从隶属于玛雅文化的蒂卡尔（Tikal）遗址中发现的29件黑曜石制品和一件未经打制的石块进行了可视性特征分析和X射线荧光分析（Moholy-Nagy and Nelson 1990）。他们开始就有这样的感觉：这种灰色黑曜石同种类内部的多样性会导致基于可视性特征观察所得出的结论不可靠。

最终，这两种技术对30件样品中的14件得出了不同的结论，证实了他们的观点。

为了增强可视性特征观察方法的精确度，研究者们进行了多种尝试。其中之一就是使用扫描电子显微镜（SEM），用它可以进行非常细致的石制品观察，并能产生优质的图像（Church 1994: 49）。但是，使用扫描电子显微镜提高观察的精细度并没有提升产地判断准确度。

将样品置于不同的光源下照射的方法起到了一定的效果。其中最流行的是紫外线（UV）照射。霍夫曼等（Hofman et al. 1991）曾使用这种技术来辨识得克萨斯州中部的爱德华兹（Edwards）燧石与其他类似石料的差别。对燧石进行热处理以增强材料剥片性能的做法似乎没有影响检测效果：肖基（Shockey 1994）的实验表明，燧石在800℃的高温下，紫外线照射反应的特性仍没有发生变化。尽管紫外线技术在某些情况下非常奏效，但是仍然存在一些问题，包括报告结果缺乏标准性、描述效果的困难，以及不同类型紫外线造成的差异（Church 1994: 47）。

最后，肖基（Shockey 1995）对燧石施加偏振光，得到了一些识别性特征，尽管它们不是用于判断燧石类别的。他发现，原地堆积的燧石与经过二次堆积和风化的燧石是可以区分开的，二者在通过偏光器的紫外线照射下会产生不同效果。采石场（原生）样品显示出各向异性的（极化）特征，而河流砾石（二次堆积）多数是同向性的（无极化）。这些发现非常有趣，但据我所知，还没有人对其他地区或不同类型的燧石进行过相关研究。

针对外部可视性特征多样化的燧石，近几年还出现了另一项简单易行的技术，即“最小石料单元（Minimum Analytical Nodule,

简称MAN）分析”。这是由罗伯特·凯利（Robert Kelly）、玛丽·卢·拉森（Mary Lou Larson）和埃里克·因格贝尔（Eric Ingbar）建立起来的（Kelly 1985; Ingbar et al. 1989; Larson and Ingbar 1992; Larson 1994; Larson and Kornfeld 1997）。这种分析就是将可能来自于同一块结核的石料分为一组。这能提供不同产地石料的特征信息，以及遗址中不同产地石料各自的数量，这些信息非常有助于研究一个遗址的石器技术、石料采备及迁徙组织等问题。使用得当的话，这种低成本的分析方法完全可以替代其他高精尖的先进技术。在怀俄明州的比格霍恩山（Bighorn Mountain）地区，麦迪逊（Madison）和磷光（Phosphoria）燧石在很小的范围内存在很大的多样性，这使得判断每一件石制品的石料产地都非常困难，最低量石料结核分析技术就被成功地应用于这里的石料产地分析中。

岩相学技术

沉积相分析是指对岩石切片样品的沉积和成岩构造的分析（Harwood 1988: 108）。在沉积学中，这种研究可以明确成岩事件的序列、沉积的缘起以及石料的矿物成分。在分析沉淀物或其他硅质含量较高的石料产地的时候，矿物成分是最有效的指示物。哈伍德（Harwood 1988; Church 1994: 48-49）曾精辟地论述沉积相分析，路易斯（Lewis）和麦克康奇（McConchie）在文章中讨论过样品制备、显微镜使用等实验室标准技术（Lewis and McConchie 1994）。

另外一项与岩相学技术类似、同样依赖切片分析的方法是阴极射线发光技术（cathodoluminescence）。这项技术主要利用的是化合物因电子轰击原子的刺激而产生的光线。阴极射线发光可以洞悉

其他技术观察不到的岩石结构细节，但是还没有被广泛应用于资源产地的研究（Miller 1988; Church 1994: 50; Lewis and McConchie 1994: 133）。

岩相学产地研究在英国和欧洲其他国家已经流行多年，至今仍大行其道，并在石斧研究中发挥了很大作用。例如，在爱尔兰石斧研究课题中，史前瓷状岩的开采范围被锁定至几个中心区域（Cooney and Mandal 1995）；在英国南部，与地质化学技术相结合，考古发掘的石斧与冰川漂砾的关系得以确立；与感应耦合等离子体分析法（ICP）结合，研究人员成功地将荷兰南部和比利时北部两个区域用来制作新石器时代石斧的燧石区别开（McDonnell et al. 1997）。

在北美，用岩相学技术分析石料产地的做法才刚刚起步。最近有一些研究涉及燧石（Lavin and Prothero 1992），有一些涉及北卡罗来纳州的流纹岩（Daniel and Butler 1996），还有与 ICP 分析结合研究华盛顿火山岩的例子（Bakewell 1996）。尽管岩相学研究已经在地质学中广泛运用，但在考古学中还没得到发展，因为如果研究者没有实验仪器或没有制备切片样品的专业知识，就不易完成此类分析。随着多学科研究手段日益普及和岩相学技术的优点越来越广为人知，这种技术应该会在考古学中大显身手。

地球化学技术

迄今为止，岩石外部可视性特征观察的方法，可以说利弊兼有。用这种方法判断石料样品存在很多误差。因为很多不同地层中产出的岩石可能比较相似，许多研究者没有足够的可对比的石料标

本，还有一些人可能并不精于此道。因此，这种方法的缺点就显而易见了。岩相学技术相对比较精确，但是需要地质学的专业知识，并掌握制作切片样品的技巧，这两方面在考古学训练中并未受到足够重视。

精确度低的问题和缺乏科学方法严重困扰着传统的产地分析，并催生了一系列新技术。这些技术比传统技术昂贵很多，并且常常需要借助一些只能在专业机构找到的仪器来完成。它们的共同特点是检测石料的成分，而不是其他诸如质地、密度或颜色等特征。插入一句，沙克利（Shackley 1998: 26）认为，地质化学技术的目的是给出所检测材料的化学组成部分，这个化学组成部分肯定与其相同产地石料的化学组成部分相同，因此这种技术其实从来没有给出真正的“产地”，而是给出了一个高度的可能性。产地研究的假设前提是，考古标本和产地样本能真实地代表它们的材料本体组合，但事实上我们对此并不十分确定，因此对分析结果的表述也必然带有不确定性。

下面将简要列举应用于检测岩石成分的主要地质化学技术。选择合适的技术会受很多因素的制约，除了本书讨论的以外，还受项目组织者或研究者无法估计的意外情况干预，比如资金预算或其他实验室的业内友人的影响等。附栏 2.3 和 2.4 将简要讨论这些技术的应用。

中子活化分析

首先从中子活化分析技术（neutron activation analysis，简称 NAA）开始介绍，它的提倡者认为这是“一项以化学方法为基础的产地研究技术”（Neff and Glascock 1995: 280; Shackley 1998:

266）。这种技术是对核反应堆中的样品进行电子光束照射。产生的放射性核元素衰变为伽马射线，可用来鉴定样品的化学成分（Parkes 1986: 154）。虽然珀迪（Purdy 1981: 121）和丘奇（Church 1994: 51）声称这种技术是“无破坏性”的，但事实并非如此。因为样品常被分成小块，并会在很长一段时间内留有放射性（Shackley 1998: 266-267）。

中子活化分析的主要优点是精确，可以发现大量元素，并且只需要准备很少的样品。而且在过去的25年间，研究者已经建立起庞大的对比数据库（Neff and Glascock 1995: 280）。这种技术可以在许多元素浓度极低的情况下检测到它们，尽管对半衰期很长或很短的核素可能不起作用，但对分析其他的低含量元素还是非常有用的（Parkes 1986: 154）。它也曾被有效地用来区分同一资源地中的不同小区域的石料（Braswell and Glascock 1998）。中子活化技术的缺点是成本高，接受做此项研究的核反应堆机构非常有限，而且样品的放射性会持续很久。在分析钡（Ba）和锶（Sr）这两种重要的标识性元素时，该技术会稍逊色于其他方法（Shackley 1998: 267）。

结合石料外部可视性特征观察，放射过程可以被缩短，即只捕捉有限的一些元素，这样就可以降低中子活化技术的高成本。有人曾以这种联合法检测了萨尔瓦多的克莱帕（Quelepa）遗址出土的600件公元前200～公元950年的黑曜石制品（Braswell et al. 1994），研究者认为结果的精确度很高。看来，对已有技术的创新性结合在未来有极大的前景。

X射线荧光分析

X射线荧光（X-ray fluorescence，简称XRF）光谱可以应用于

能量色散或波长色散。对二者中哪个应用的范围更广的说法不一（Church 1994: 50; Lewis and McConchie 1994: 173），丘奇认为（尽管他的评论只针对考古学）能量色散方法更为常见一些。X 射线荧光分析是真正的“无破坏性”技术，因为 X 射线轰击只能影响石制品的表面。

样品受到 X 射线的辐射，将某些电子激发到更高的能量级。当这些电子再回落至起始水平时，会携带额外的次生荧光射线。这些射线反射出的唯一波长可以用布拉格（Bragg）公式计算出来。这些荧光射线的能量级可以指示它们的发生元素；因此，样品中特殊元素的浓度可以通过测量不同波长中 X 射线的强度来确定。多数情况下，对原子的激发是在钨靶 X 射线管中进行的，然后用 X 射线光谱进行分析。

这项技术可以在一定范围内分析考古研究所涉及的多数元素，样品的制备也很简单。计数率的测算是必要的步骤，必须由计算机来完成，为了计算每种元素浓度对结果的影响，测算过程中必须加入校正系数（Lewis and McConchie 1994: 174）。尽管如此，这项技术对于适合分析的元素来说准确率非常高（Goffer 1980: 45-47; Parkes 1986: 151-153; Church 1994: 50）。

这种分析方法的一些传统缺陷近来已经通过技术改进得以弥补。从前，样品必须被置入固定的装置中，而现在，带有碘化汞探测器的野外便携仪器已经替代了固定装置（Williams-Thorpe et al. 1999）。使用这种设备，通过波长色散 X 射线荧光分析就可以很好地对比火山岩样品上新鲜表面与风化表面之间的显著不同，特别是对钾（K）、钙（Ca）、钛（Ti）和铁（Fe）等。另一个传统难点是样品的不规则表面会对校正造成阻碍，使校准不同波长的 X 射

线强度变得十分困难（Parkes 1986: 153）。但是，莱瑟姆（Latham）等发展出一项分析粗糙表面的方法，并已经运用于加州的玄武岩研究中（Latham et al. 1992）。

然而，X 射线荧光分析仍然存在尚未克服的缺点。如前面提到的，并非所有元素都可以用仪器检测到。原子数比钛（22）少的元素，包括铝、钠和钾等，在被检测到之前就被空气吸收了。这个问题可以通过将样品放入真空容器来解决，但是这限制了体积较大的样品的检测。另外，因为 X 射线荧光辐射会被固体大量吸收，因此这项技术只能被用于石料表面，而非内部。这就意味着，被分析的表面如果经过风化或其他改变，我们就不能得到代表石料整体成分的信息。因此，即使这种技术是无破坏性的，为了对样品精确解读，也必须去掉样品的风化层或表面。尽管存在这些缺点，X 射线荧光分析非常适合大多数元素，较之于中子活化分析法，目前世界上进行 X 射线荧光分析的机构更多一些，并且对于许多重要元素来说都可以达到可接受的精确水平。

质子激发 X 射线分析（PIXE）和其他相似的技术

质子激发 X 射线分析［proton-(or-particle-)induced X-ray emission，简称 PIXE］在工作原理上同 X 射线荧光分析有些相似，即用高能粒子光束轰击石料表面，将电子激发到较高能量级。和 X 射线荧光分析一样，这些电子发射出 X 射线，然后回到它们起始的 K 或者 L 内层。X 射线产生了能代表不同元素的光谱。这两种技术的差别是，在 X 射线荧光分析技术中，样品的整个表面都受到轰击，但是在质子激发 X 射线分析技术中，粒子光束仅仅集中在样品表面很小的区域。这就实现了对样品表面不同区域的对比。

质子激发X射线分析技术因使用高敏感度的X射线探测器而被认为优于传统的X射线荧光分析。高灵敏度探测器加之轰击产生的大量X射线，使质子激发X射线分析对每件样品的分析时间比X射线荧光分析所需的短很多。另外，这个分析过程中产生的元素光谱会一次性显示出所有计算出的微量元素，而不需要对每个元素进行单独分析。就操作而言，如果对要研究的成分做出预选，会提高对微量元素检测的成功率（Annegarn and Bauman 1990）。

附栏2.3　单一产地与多产地之争

两千年前，北美大陆中部的霍普韦尔（Hopewell）人创建了一种贸易/分配网，称为霍普韦尔交互圈（Hopewell Interaction Sphere）。来自远方的物品通过各种方式进入这个贸易网，这使我们不禁产生了两个问题：这些货物是怎么被获得的？而后又是如何被分配的呢？最明显的一种外来品就是黑曜石，其分配中心在俄亥俄州南部，尤以霍普韦尔遗址为主。

纵观这个地区，多数遗址所发现的黑曜石数量并不多。到目前为止拥有最大规模的是霍普韦尔遗址11号堆积发现的窖藏，出土标本总重约136千克。俄亥俄州的多数遗址含有的黑曜石数量都较少，伊利诺伊河谷的遗址出土的更少。几年前在伊利诺伊河下游谷地北部发现一块奇特的大黑曜石石块，现在存放在俄克拉何马州塔尔萨市的吉尔克里斯博物馆（Gilcrease Museum）中。这是迄今为止该地区发现的最大的黑曜石。20世纪80年代在伊利诺伊河谷下游发掘的所有霍普韦尔期遗址中，拿破仑洼地（Napoleon Hollow）出土的黑曜石制品最多，但也仅仅是两只

手掌能装下的数量。早期对几件霍普韦尔黑曜石样品所做的中子活化分析表明它们全都来自黄石公园的“黑曜石悬崖”（Obsidian Cliff）和另一处不明产地（Griffin et al. 1969; Gordus et al. 1971）。这种结论使吉米·格里芬（Jimmie Griffin）推测：或许霍普韦尔期所有遗址的黑曜石都是一次性开采获得的（Griffin 1965）。

要验证格里芬的假设需要确立两项前提：第一，所有黑曜石来自一个产地。如果来自两个邻近产地，那么“一次性开采”假说可能就不那么牢靠了。而如果邻近的产地在两处以上，那么假说的可能性就大大降低了。第二，含有黑曜石的堆积应该可以被准确测年，框定在准确的时间范围内。哈奇（Hatch）等在一项综合研究中讨论了这两个问题（Hatch et al. 1990）。研究者对俄亥俄州的霍普韦尔、塞普（Seip）、芒德城（Mound City）遗址出土的黑曜石样品以及一个来自伊利诺伊州那不勒斯（Naples）遗址的石片进行了中子活化分析和原子吸收光谱分析。使用钠/锰比例与早期结果对比，他们再次证实了黄石公园“黑曜石悬崖”为一处产地，并发现爱达荷州的卡默斯干谷［Camas-Dry Creek，或称贝尔峡谷（Bear Gulch）］就是之前提出的那个不明产地。其他标本的检测结果则完全不同，研究者认为至少还存在另外一处黑曜石产地。

再看年代学问题，哈奇和同事获得了多数黑曜石的水合测年数据。结果显示出相当大的年代范围，表明黑曜石经过好几代人的积累。因此霍普韦尔期遗址出土的黑曜石似乎不是一次性开采的结果，而是被人们在产地反复开采，并最终聚集在霍普韦尔贸易圈中的。

故事到这里还没有结束，因为理查德·休斯（Richard Hughes）对哈奇等的研究提出了几点质疑（Hughes 1992）。根据他们的产地分析，休斯发现哈奇与其同事坚持使用老的钠/锰比例，而非目前普遍使用并能有效帮助研究者鉴定每件样品产地的元素地化数据。史蒂文森（Stevenson）等回应，他们并非想鉴定每件样品的原料产地，而只是想证明微量元素在石料中的不均衡性（Stevenson et al.1992）。休斯还注意到，微量元素比例才是更精确地解读原料产地的关键，而非哈奇研究中侧重的常量元素比例。

对水合测年方法的批评还包括质疑早期学者在对霍普韦尔遗址11号堆积研究中产生的自相矛盾的结果，以及从高温去离子水所产生的水合比例的有效性。最重要的是，休斯用标准偏差将水合比例重新校正到十分之一微米，而不是原始研究中的百分之一微米。对t指数重新校正后，结果显示样品来自同一批次，从年代学角度支持了一次性开采论。史蒂文森等否认这项校正，他们坚持认为报告中的百分之一微米的测量数据是分相装置的常规需要（Stevenson et al. 1992）。

这些能告诉我们什么呢？显然，到达事实真相的路还很长。有了更多的研究结果，西部黑曜石产地的元素资料就会得到极大的充实，我们就可以将其与霍普韦尔石制品进行比较，从而得到关于产地数量及其之间距离更真实的信息。对这些材料的测年工作目前还不很深入，与实际的需求还有距离。目前对材料以不同方式处理、不同方式统计所产生的不同结果形成的麻烦局势，也许只能通过更多有控制的样品和其他测年技术加以解决。

许多X射线荧光分析法存在的缺点在质子激发X射线分析法中也有所体现，偶尔还会更加严重。例如，样品制备可能是质子激发X射线分析法的一个问题，因为被轰击的部分必须非常光滑，样品通常必须被抛光。非金属样品必须镀金属或镀碳来避免表面颗粒堆积。还有，由于使用高敏感的仪器和快速分析，成本上也相应地高于X射线荧光分析法（Purdy 1981: 116; Parkes 1986: 153-154; Church 1994: 51）。由于黑曜石的表面比较光滑，质子激发X射线分析法尤为适用（Seelenfreund et al. 1996）。但它也被证明可以施加到一些粗糙的石料上，诸如美国西部的红赭石（Erlandson et al. 1999）。

还有一些技术在理论上与质子激发X射线分析法相似。质子激发伽马射线（proton-induced gamma-ray emission，简称PIGME）分析就是在相似原理下进行的，并且常常与质子激发X射线分析法协同使用。这种技术需要利用电子微探针，也就是将电子微探针和X射线荧光光谱结合起来。如同X射线荧光分析法一样，荧光X射线可以通过波长或能量色散被捕捉到。又如质子激发X射线分析法一样，在质子激发伽马射线分析中，样品表面只有一小部分被轰击并一次性释放出X射线。这点可以说是一个技术缺陷，因为分析区域过于微小，分析整个岩石样品会使人筋疲力尽（Lewis and McConchie 1994: 174-175）。尽管存在这个缺陷，这项技术还是在很多研究中发挥了作用，例如对地中海地区上百件黑曜石制品的分析工作（Tykot and Ammerman 1997: 1003）。

使用其他仪器的分析

以上描述的三种分析技术——中子活化分析、X射线荧光分

析和质子激发 X/ 伽马射线分析是考古学中产地分析的主要手段（Shackley 1998: 266）。但是，其他替代技术也是存在的，且各有优点，使其能在一些特殊情况下发挥作用。我将在此简要描述一些其他类型的地质化学检测，如果读者认为哪种方法适用于自己的工作，就请查阅相关文献，进一步研究它们的技术细节。

X 射线衍射

与 X 射线荧光分析和质子激发 X 射线分析一样，X 射线衍射（X-ray diffraction ，简称 XRD）分析使用 X 射线光谱，但在其他方面，这种技术则完全不同。X 射线衍射用于矿物鉴定，尤其是粒度与黏土相似的矿物。晶体的原子层衍射出 X 射线即为 X 射线衍射的工作原理。射线会提供关于这些原子层以及层间距的信息，不同的晶体矿物具有不同的原子层和层间距。这项技术不仅可以鉴定矿物类型，还可以鉴定其晶体尺寸、晶体的无序度，以及其他特性。样品一般被打磨成细腻均匀的粉末，与酒精混合涂抹在载玻片上，或者以粉末的形式放入仪器内。这项技术可以提供大量关于特定矿物的信息，样品制备相对简单，仪器也易于操作和维护。

遗憾的是，这些仪器价格昂贵（尽管每项测试相对便宜），而且将样品磨成粉末会消耗部分石制品。另外，X 射线衍射只对具有晶体结构的石料奏效，而对于非晶体蛋白石或水铝石英则毫无作用（Lewis and McConchie 1994: 144-147）。尽管 X 射线衍射在陶器研究方面已经被广泛使用，但对石料产地分析却少见案例。这可能是一个疏漏，因为这项技术还是能解决一定问题的。最近，对威斯康星州的烟斗泥分析就采用了 X 射线衍射技术（Penman and Gunderson 1999）。

原子吸收光谱测试法

原子吸收光谱（atomic absorption spectroscopy，简称 AAS）分析具有破坏性，因为必须将测试样品的一部分溶解于酸溶液；但也并不是完全破坏，我们可以在石制品上取一个钻孔样品，用其他材料填补。部分溶液经过蒸馏并通过火焰燃烧，同时空心管中辐射光源的光线也经过火焰燃烧。单色光镜探测仪或棱镜探测仪被用来隔离特定波长的光线。每种元素都会吸收特定波长的光线，通过对比样品经过火焰燃烧之前和之中的光束强度，可以确定某种元素的浓度。这意味着每种元素都必须经过单独检测。这种方法只能探测金属元素，但也包括一些原子序数低的元素（例如钠），这些元素很难通过 X 射线分析被发现。

这种方法非常精确，尽管在寻找微量元素时需要大量样品，但它可以在元素浓度相对较低的情况下进行。必要的仪器价廉易得，操作也只需要很少的训练。这项技术的缺点包括会破坏一部分甚至整个标本，只能发现金属元素，而且一次只能检测一种元素。此外，因为操作时必须选择目标元素，检测样品中携带的未知元素就可能被忽略，而这种未知元素很有可能具有良好的识别性（Goffer 1980: 51-52; Parkes 1986: 151; Lewis and McConchie 1994: 175-176）。

我个人对这项技术的经验仅限于陶器分析，该技术可以有效地区分陶土的不同产地（Shingleton et al. 1994）。应用于石制品的实例有对英国磨制燧石斧分析（Craddock et al. 1983）、对黎凡特地区两个遗址的玄武岩制品的研究（Weinstein-Evron et al. 1995）。该技术也曾与中子活化分析结合用于分析俄亥俄州霍普韦尔遗址的黑曜石样品（Hatch et al. 1990）。

附栏 2.4 探讨环境与社会因素

黑曜石是一种绚丽的石料，在质量上比其他简单可用的石料更有价值。托伦斯（Torrence）等人在对美拉尼西亚的新不列颠岛黑曜石的研究中讨论过许多关于黑曜石史前开采的问题，包括影响石料采备的环境和社会因素等（Torrence et al. 1996）。研究者将研究范围限定在岛屿中部和西部，尤其是莫皮尔（Mopir）地区和维劳梅兹半岛（Willaumez Pen.）及加鲁阿岛（Garua Island）。尽管这个地区许多岩浆流的存在混淆了视线，研究者还是能够区分莫皮尔和维劳梅兹半岛两个地区性地层组及四个亚地层组，四个亚地层组中有的可能是特定熔岩流的产物。考古遗址中体现的对黑曜石的开采分为四个阶段，分别为距今 20000 ～ 10000 年、10000 ～ 3500 年、3500 ～ 1500 年 和 1500 年至今。通过质子激发 X/ 伽马射线分析技术，测试了大量产地样品和来自年代明确的考古遗址出土的石制品的地质化学特征。

对比的资源范围不同会导致不同的分析结果。在地区尺度上，史前石料开采的差异主要取决于环境因素。在距今 20000 ～ 10000 年，莫皮尔黑曜石在这个地区占据主要地位，因为当时的低海平面阻碍了人们从维劳梅兹半岛获取黑曜石。与之相反，在距今 3500 ～ 1500 年，威托里火山（Mt. Witori）爆发改变了海岸线，而且海水阻断了到北部获取莫皮尔石料的路径。因为可获性受到了限制，该阶段考古遗址中几乎没有出现莫皮尔黑曜石制品。在另外两个时段，两种石料都易于获得，根据遗址与产地之间的距离就可以准确预测遗址中黑曜石的来源。

当转向更小的范围时，影响黑曜石开采的因素发生了巨变。

托伦斯等将研究范围收缩到对维劳梅兹半岛的四个亚地层组的比较研究。此时，某个特定产地的黑曜石的出现就不能用环境因素、与产地距离曲线的下降或石料的相关质量来解释。例如，在两个阶段中，古卢（Gulu）和巴基（Baki）亚地层组中的黑曜石只在当地被开采利用而不外运，而库陶/包（Kutau/Bao）亚地层组的黑曜石则相反地被运往外地。即便在产出巴基石料的加鲁阿岛，这种石料在其他时段被大量地用于本地，而在拉皮塔（Lapita）陶器时期（距今3500～1500年）则没有被使用。当地人放弃了对以前曾经用过、未来还将重新使用的优质巴基黑曜石的开采，而是输入来自更大岛屿的黑曜石。人们对这种输入的黑曜石的使用非常随意，甚至任意挥霍。这种现象在所罗门群岛东南部考古遗址出土的外来黑曜石制品中也有发现。

像美国农场主在自身能够满足当地需求的情况下，还要进口阿根廷啤酒一样，这种影响超越了简单经济或维生方式。最可能的解释是社会因素：即使拥有本地黑曜石资源，史前居民仍引进外地黑曜石，以促成其他物品的交换，进而维持社会关系。托伦斯等人的研究证明了黑曜石这类石料可能被史前人类用于达到社会性目的。研究者只有经过深入研究才能揭示这些目的。

感应耦合等离子体分析

感应耦合等离子体（inductively-coupled plasma，简称ICP）分析是最新发展起来的一项服务于考古学研究的技术，和原子吸收光谱测试法一样，它通过将样品放置在溶液中来鉴定特定元素。

在氩流射频螺旋管中将溶液加热到6000℃以上形成等离子体，然后用两种方法进行后续的处理：在光学发射光谱（ICP-AES）方法中，等离子体中的高能电子释放出波长，波长在光电倍增管中被分解并探测，最后用电脑来进行分析；在质谱（ICP-MS）方法中，等离子体中的离子被放入四级质谱仪中，样品会被分解为成分元素（Parkes 1986: 166-167; Lewis and McConchie 1994: 177-178）。

因为这项技术比较新颖，有必要建立测试标准和精确度标准，如果精确度足够高，这项技术就有可能成为更稳固的替代性技术。诺曼（Norman）等人对岩石粉末进行了光学发射光谱分析，并将结果同X射线荧光分析、中子活化分析和同位素稀释质谱法（ID）产生的结果相比较（Norman et al. 1989），其中同位素稀释质谱法的精确度非常高，同时分析价格也非常昂贵。他总结说："本项硅酸岩常量元素和微量元素分析得到的结果，与四个实验室选用不同分析方法和不同样品制备方式最后得到的结果完全一致。"（Norman et al. 1989: 289）他们注意到，感应耦合等离子体分析技术的优点是能够快速处理较多的样品，以及检测到更多元的常量元素和微量元素。但是，他们也发现这种技术对一些重要微量元素敏感度不高或受光谱干扰的问题。

这些测试的积极结果和广泛应用会使感应耦合等离子体分析越来越受地质学家的欢迎。尽管在考古学中缓慢起步，但目前已经产生了一些应用这种分析方法的实例，尤其是对火山岩。例如，贝克韦尔（Bakewell）将它与岩相学方法相结合，描述来自华盛顿海岸圣胡安岛（San Juan Island）不列颠坎普（British Camp）贝丘遗址火山岩的常量元素、微量元素和稀土元素（Bakewell 1996）；史蒂文森和麦卡利（McCurry）曾利用此项技术来辨识新墨西哥州的黑

曜石（Stevenson and McCurry 1990）。

残磁性分析

残磁性分析（remnant magnetism）的独特之处在于据说它可以用于探明黑曜石制品的产地（McDougall et al. 1983; Church 1994: 48）。如果确凿的话，因为仪器使用简单且成本较低，它将成为另一项针对某些石料的实用技术。丘奇和卡拉韦奥（Caraveo）对美国西南部黑曜石的残磁性分析显示了产地之间的一些区别（Church and Caraveo 1996），但是这项技术还没健全到能够单独鉴定黑曜石制品产地的程度。

总结

对石料产地的研究需要研究者大体了解岩石类型和研究地区的地质特征。后一点尤为重要，因为当地的基岩类型和地质变动过程有助于解释人类对该地区资源开发利用的行为。举个例子来说，沙克利对美国西南部希拉河上游（Upper Gila River）的黑曜石产地进行了研究（Shackley 1992）。如果他仅仅满足于寻找基岩产地，他就不会想到去关注冲积层或第四纪河床。在这样的情形下，他确定了两个主要产地，还使用能量色散 X 射线荧光分析技术检测了这两个石料产地的差异性。史前工具使用者采集石料的情况千差万别，受石料可获性、石料的质量和获取难易程度的影响，研究时对这些因素考虑得越细致越好。

一旦开始进行产地分析，可供选择的技术很多，一般来说方法多多益善（Parkes 1986: 161）。外部可视性特征观察方法永远备受青睐，因为它简单易行。尽管如此，研究者还是要尽量建立庞大的

岩石对比数据库，才能从中受益无穷。从产地收集标本，不管是为了展陈还是地质化学分析，都应该严谨（Church 1994: 76），以便了解每个样品的确切产地。如果产地分析不是你整个研究的重点，那么可能不值得为了勉强应用这些技术而花费多余的经费。但如果对石料产地的精确解读能够为你的研究提供关键支持，那么使用上述技术来提高精确性无疑是值得的。

近些年，考古学文献中迅速增多的关于石料产地分析的文章（Odell 2000: 270-281）证明了这些技术在解答考古学问题上的有效性。这些流行技术的主要优缺点在本章中已经被罗列出来，但仅为简要介绍，如果想对感兴趣的技术做深入了解，可以以此为途径继续探索。沙克利认为，许多地质化学分析都是由考古学家而非物理学家开展的（Shackley 1998: 263）。这是可喜的发展，但这意味着，考古学家为此要在地球化学领域进行一定的深造。

本章提供了关于寻找石料产地的技术性建议，但还没有进入理论阐释的层面。然而理论阐释才是激发我们进行产地分析的原动力。一旦一种原料被确定为外来品，那问题就转换成了：将这种原料带到本地的目的是什么？流动性、贸易或其他原因（Church 1994: 79-80）？对这样的问题，产地分析仅仅是个开始，在以后的章节中要展开详细的研讨。就目前而言，让我们充分咀嚼本章列举的研究案例，它们可以让我们初步品味到产地分析所涉猎的研究问题的多样性。

第三章 工具制作

我们对史前工具的制作痴迷不已，主要有两个原因：①不同人群制作的石器不同，对这种差异的了解可以帮助我们从时间和空间上区别不同的文化群；②研究石器制作为衡量人类认知发展的水平提供了标尺。这两个理由已经十分充分，足以解释为什么在面对浩瀚的史前研究问题时，更多的考古学家唯独钟情于解读石器制作。

第二章总结了史前人类利用的基本原料，而且提出了一些分析技术。其中有些石料适合制作打制石器，有些则适合制作粗石或磨制石器。由于多数史前居址中采用的石器技术主要是打制，所以本章将主要关注打制技术。结尾处将对磨制技术稍作介绍。

正如第二章所言，制作石器时要求石料具有一些特性，但是如果当地石料不具备这些特点或不易通过交换获得合适石料的话，石器制作者就不得不选用质量稍差的石料。所谓适合打制的石料，即指必须具有较小的粒度和完全胶结的岩石基质，因为不完全胶结的大颗粒会影响石片的平滑破裂（参见图 2.2，a）。原料还必须具有一定的脆性，也就是说，弹性低，以便容易打碎；而且必须各向同性，即破裂时所有方向的受力性是一致的。各向同性的一个方面就

是同质性（homogeneity），即不包含会阻止破裂或引发不同于自然破裂的其他方式破裂的异物，如晶簇、杂质、风化面等。最符合以上要求的石料是黑曜石和隐晶质硅酸盐，包括燧石、火石、玉髓，其他质地均匀、硅质含量高或高硬度的材料也可能适用。

史前工具制作技术是一个比较复杂的话题，涉足其中的研究者必须掌握一些基本原理。本章的写作初衷就是帮助读者掌握这些原理。大多数涉及考古学技术应用的研究问题，即该领域中需首要解答的问题，将在下面的章节中讨论。

了解打制技术的第一步是了解控制固体破裂的动力。为使读者更好地消化吸收本章中涉及的概念，附栏 3.1 罗列出了一些普通术语以及剥片过程中常用的重要概念。这部分可能对于石器打制专家们不是特别有用，因为他们通过实践已经直接地了解了这些知识。但是，对于理论分析者们来说却是至关重要的，因为他们必须认识与破裂相关的特征，解释不同的破裂类型，并说明它们之间的关系。这方面的知识是石器分析必不可少的，没有它们分析就无法进行，所以我们将从下面这个基本问题入手。

问题 6：*岩石如何破裂？*

附栏 3.1　术语的区分

对物质的施力（application of force on material）：

压力（stress）　施加于固体物质表面每单位面积的力。

压缩（compression）　将分子挤压在一起，使相邻分子之间产生张力，而不能继续被挤压。

张力（tension） 使分子之间保持距离的力。

抗拉强度（tensile strength） 物质因张力而破碎之前承受的最大压力。

形变的种类（deformation types）:

塑性形变（plastic） 因施力而产生永久性形变的性质。

弹性形变（elastic） 无法因施力产生永久性形变，且可恢复原始形状的性质。

石片定位（flake orientation）:

腹面（ventral surface） 石片内侧表面，即石片从石核上剥离下来的一面。

背面（dorsal surface） 石片外侧表面，与劈裂面（腹面）相对的一面。

近端（proximal end） 包含或靠近打击台面和施力点的一端。

远端（distal end） 距离施力点最远的一端。

侧边（lateral end） 石片的两侧边缘，或者说近端与远端之间的边缘。

破裂顺序（fracture sequence）:

发生（initiation） 在固体上施力，并使之开始破裂。

蔓延（propagation） 破裂因为施力而自发生部位开始蔓延。

终止（termination） 石片的尾端，或指施力离开石核的地方。

剥片工具（knapping equipment）:

石锤（hammerstone） 石器打制者用来打击其他石料的石头；可硬（如花岗岩）可软（如石灰岩）。

软锤（billet） 用来打击石料的器具，由有机材料制成，例如骨、角或硬木。

压制工具（pressure flaker） 用来从石料边缘压制剥片的钝尖工具，例如鹿角尖。

磨石（abrader） 粗颗粒石料，如砂岩，用来修掉石料边缘的细薄部分，“强化”边缘以便剥片。

石制品形式（lithic forms）:

结核（nodule） 通常指任何未经剥片的可用石料；一些学者将它的概念限定为基岩里单独成形的石料（如石灰岩），以区别于层状或片状石料。

石核（core） 用于产生一个或多个石片的石头。

石片（flake） 从石核上剥离下来的部分；认定石片时需要识别出一些特征，比如打击台面，或放射线、同心波等腹面特征。

石叶（blade） 长形薄石片；一般的定义要求长至少是宽的2倍，而且两侧基本平行；较严格的定义指采用石叶剥制技术从石叶石核上剥离下来的石片。

断块（blocky fragment） 没有可鉴别剥片痕迹的石头；可以是打片过程的产物，也可以是因持续受热或冰冻而产生的。

剥片类型（removal types）:

直接打击（direct percussion） 用软锤或硬锤打击石料。

间接打击（indirect percussion） 在石核与砸击物之间使用一个中间媒介来打击石料。

压制剥片（pressure flaking） 不通过打击剥片，而是在石料边缘直接压制石片。

修理类型（retouch types）:

单面修理（unifacial） 只在器物的一面进行修理。

两面修理（bifacial） 在一件器物的两个相对面进行修理。

边缘修理（marginal） 修理片疤限于被修理体边缘5毫米范围内。

侵入修理（invasive） 片疤越过被修理体边缘延伸至内部。

阶段界定（stage designation）:

毛坯（blank） 未经修理但有可能被制成工具的断块、石片或石叶；如果两面器是另一种工具的坯材的话，这个名称也适用于两面器，例如以两面器破裂面为基础制作雕刻器。

粗成品（preform） 经过部分但不完全的修理，即粗加工形成的工具。

破裂机理

基本原理

岩石可以以很多方式破裂——包括内部破裂，如温带气候中岩石被冻结和解冻造成的破裂——但岩石的内部破裂多数并不与石器制作直接相关。本章将讨论导致物体破裂的外力。事实上，这意味着整个过程包括一个被打击的石料（即被剥片的物体，称为A）和另一件用于产生破裂的相对坚硬的物体（称为B）。A所受的力可能是B作为一个石锤发出的，也可能是将B作为一个石砧由A自己施力的，但是结果都一样。为了容易理解，我们假设如果没有其他状况，A就是接受外力直接打击的石核，而B就是手持的石锤。

施力可以是静态（static）的，比如平稳地压制边缘；也可以是动态（dynamic）的，比如用软锤打击石材。静态力和动态力在制作特定石器时或许都会起作用，但是，由于动态力在制作石器时被更广泛地使用，而且比静力更多变，所以这里将主要讨论使用动态力的打击剥片。

向石材施力的物体叫“打击物”（intender）（图 3.1）。打击物可钝可锐，取决于接触点的具体特征。多数用于打破岩石的打击物，包括硬锤、软锤，甚至压制工具，都被认为是钝器，因此除非特殊指明，我们将都默认打击物是钝器。锋利的锤会导致特殊破裂，相似于后面要介绍的一种钝锤破裂类型。为了解破裂机理，最好将剥片过程分为三个阶段：发生、蔓延和终止。

施加在一个点上的力会产生压力，也就是衡量单位面积受力的一个尺度。压力是多维的，但是在所选的面上都可以被作为矢量加

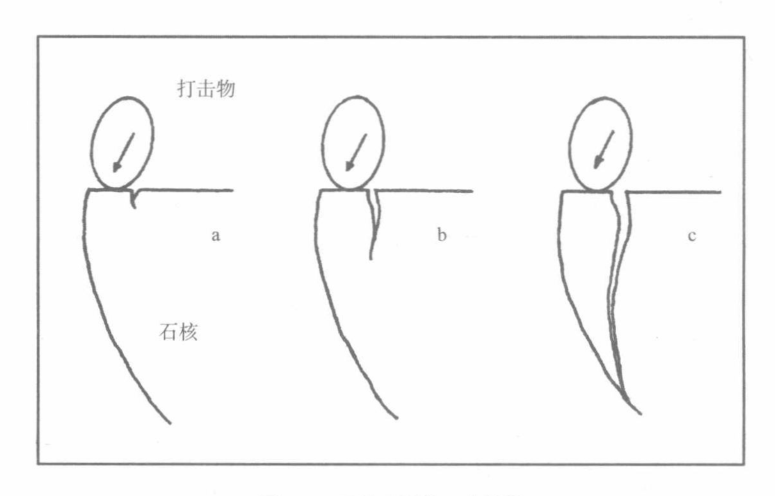


图 3.1　石片破裂的三个阶段
a. 发生；b. 蔓延；c. 终止

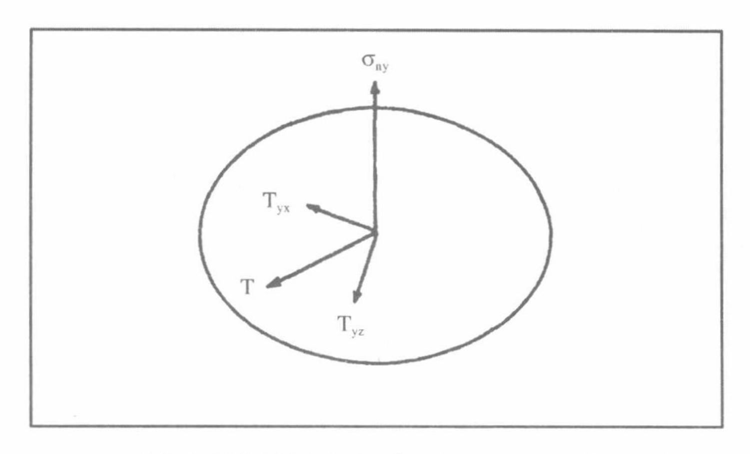


图 3.2　选定平面中矩形坐标上的压力组成（Faulkner 1972：Fig. 3.3）

以表达。压力矢量可以被分解为正应力（normal stress）和切应力（sheer stress）两部分。正应力垂直于所选面，可被收缩或拉伸；切应力平行于所选面，并且可能在全拱形的任意方向发生。为研究起见，切应力一般被分解为两部分，这两部分都与正应力垂直，且二者也相互垂直（Faulkner 1972: 23-27）。图 3.2 示意了这些力，T 表示切应力，分解为 T_{yx} 和 T_{yz}，二者都与正应力 σ_{ny} 成直角。虽然在这些压力中，主导的力是压缩性的，即压迫石料内部，但促使破裂向前蔓延的力却是使分子之间保持距离的张力（Cotterell and Kamminga 1987: 678）。

切记，黑曜石和燧石等易碎石料的弹性远大于塑性。就是说，它们不会因施力而产生永久形变，这类石料在作用力消失后要么恢复到原初的结构，要么破裂。工程学文献里已经记录了使各种石料破裂所需的最低压力。结果表明，固体的理论承受力比实际承受力要大得多。计算理论承受力的假定前提是，打击力的能量需要分离

固体表面的两个原子，而固体表面的原子处在极高的能量态下，比固体内部的原子更难于分离开。因此，分离固体表面原子所需的能量很大。不过，这个结论的前提是假设物体整个表面原子结合程度都一样高。格里菲思（Griffith）指出，这种说法可能不完全正确，他认为破裂极有可能是从微小的表面裂缝或瑕疵开始的（Griffith 1920, 1921）。

当破裂开始发生，几个要素控制着破裂的最终形式，如压力强度、原料硬度和破裂韧度。这些关系背后的机械原理已由科特雷尔（Cotterell）和坎明加（Kamminga）向考古学读者做了详细介绍（Cotterell and Kamminga 1987, 1990），此处不再重申。

破裂类型

易碎材料的破裂可分为三类：弯曲破裂（bending）、楔形破裂（wedging）和赫兹破裂（herzian）（图 3.3）。

弯曲破裂

各种打击或压制都可以造成弯曲破裂。就像比较薄的金属物一样，石头被打击的边缘越薄，弯曲破裂就越容易形成（Tsirk 1979: 85）。弯曲破裂通常发生于离打击点较远的地方，因为石锤瞬间产生的收缩力会在远一点的地方形成拉伸力（图 3.4）。策尔克（Tsirk）曾建立二维模型来解释这类破裂的发生过程。

弯曲破裂不会产生类似赫兹破裂的打击泡，但通常会在打击点附近形成一个唇凸（lip）或凸起（overhang）。同时，还缺少赫兹破裂中常见的二级石片（secondary flake）（Cotterell and Kamminga 1990: 142），因为接触点离破裂点有段距离，石片台面也不会被破坏。

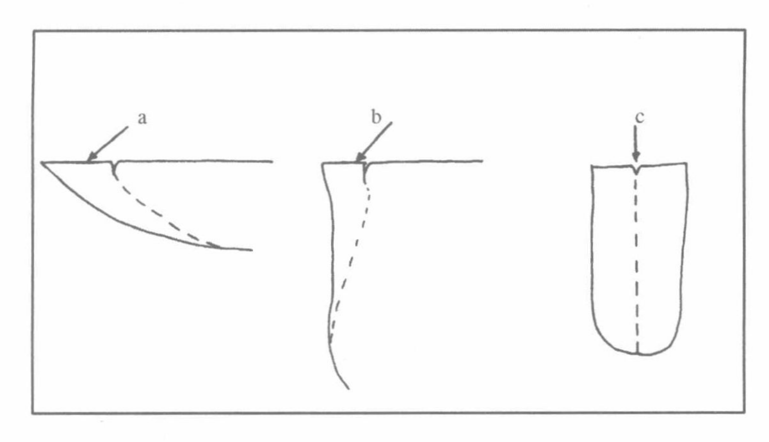


图 3.3　破裂类型

a. 弯曲破裂；b. 赫兹破裂；c. 楔形破裂

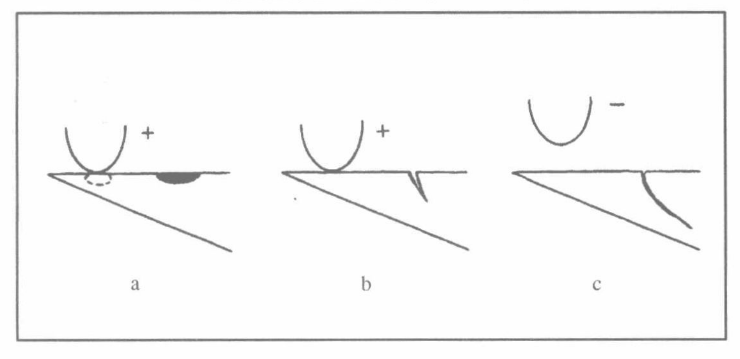


图 3.4　弯曲破裂正负荷（+）与反负荷（–）的假定序列。a 中虚线区域表示压力，黑色区域表示张力

楔形破裂

楔形破裂（参见图 3.3，c）会在打击点远离石核边缘，或当距打击点最近边缘的角度大于 90°时发生；这样的石片由收缩力控制（Cotterell and Kamminga 1987: 685, 1990: 141）。以节约原料为目的的砸击法剥片，主要就是利用了楔形破裂原理。砸击法产生的石片

或楔形物，通常两端都会有破碎痕迹，被打击一端的痕迹归因于直接的打击力，而另一端的痕迹则是因接触某些较硬的表面上，由反作用力产生的。

用钝锤进行砸击剥片的机械原理可以参照下面描述的锐锤砸击的模型。楔形破裂发生的主导压力与赫兹破裂、弯曲破裂的都不同（Lawn and Marshall 1979）。楔形破裂中，主要的形变区直接位于受力点下方，打击产生的负荷会使中间裂缝不断扩张（图 3.5，a、b）。受力负荷解除后，破裂产生的碎屑阻止了中间裂缝的完全闭合，而在高度拉伸区出现的侧面裂缝（图 3.5，c）会逐渐扩散直

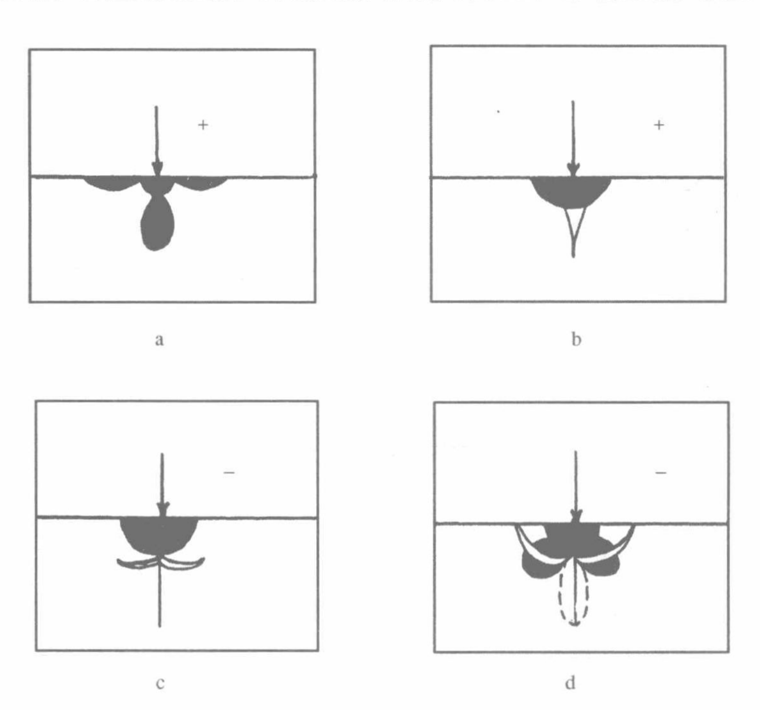


图 3.5　强力破裂的正负荷（+）与反负荷（–）圈。黑色区域表示损坏部分。a 与 d 分别表示点负荷与压力残留区（Lawn and Marshall 1979：Fig. 8）

至表面（图 3.5，d）。据我所知，尽管目前对钝锤砸击所导致的楔形破裂机制的研究还尚不深入，并未达到劳恩（Lawn）和马歇尔（Marshall）对锐锤砸击破裂机制研究的细致程度，但这两个模式非常相似，完全具有可比性。

赫兹破裂

另一种对生产理想的石片具有重要影响的破裂方式是赫兹锥破裂，简称“赫兹破裂”。在这个类型中，破裂的发生区通常不像楔形破裂那样远离边缘；也不像弯曲破裂那样涉及很薄的边缘，因为太薄的边缘很容易粉碎。石片的剥离过程可以被描述如下：当石锤接触易碎物体的表面时，它在施力区下方形成一个收缩区（图 3.6，a）。这个区域的形变在接触点周围产生一个球形张力区。如果拉力能有效打破分子的表面结合，那破裂便形成一个环形裂缝（图 3.6，b），其直径略大于施力方和受力方接触区的直径（Faulkner 1972: 126-127; Texier 1984: 142）。最初垂直于表面的裂缝，很快就会以 136° 的锥体形状向外倾斜。

在这个过程中，破裂的蔓延不像楔形破裂那样受收缩力的控制，而是由材料硬度决定的，这种硬度被定义为石片对形变的抗力（flake's resistance to deformation）（Cotterell and Kamminga 1987: 676, 1990: 142）。弯曲力和压缩力都会产生薄石片。对于台面角大于 45° 的石核来说，影响石片从石核本体上脱离的最重要因素是施力角（force angle），即石锤带来的作用力与石核将要被剥片的侧面之间的夹角，这个概念与剥片角（flaking angle）[石锤运动方向（motion of indenter）与石核将要被剥片的侧面之间的夹角]是不同的，当然，这两个角度是否相同也取决于石料的硬度。为了产生破裂，施力角应在竖直方向呈 10° 左右（Cotterell and Kamminga

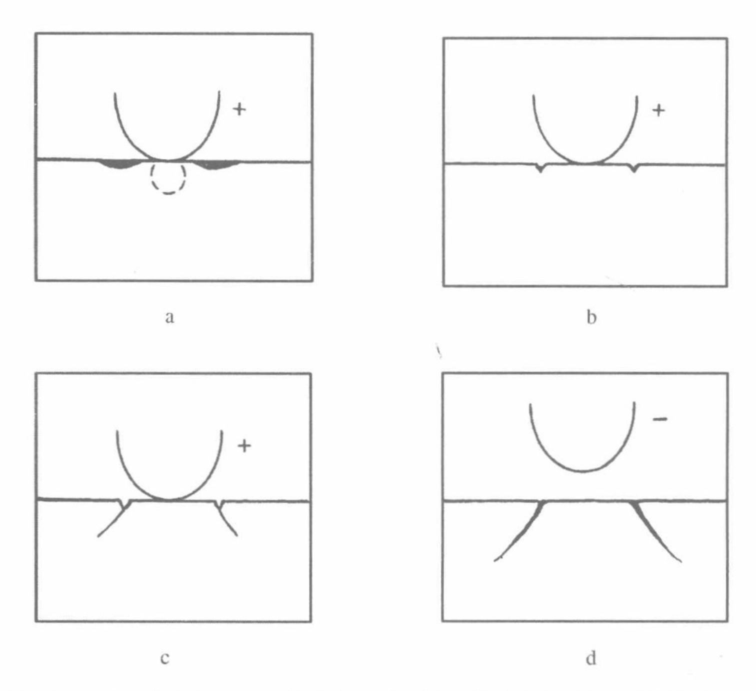


图 3.6　一次正负荷（+）与反负荷（-）序列中的赫兹破裂模式。a 表现的是打击力直接产生的压力及其两侧的张力（黑色部分）（Lawn and Marshall 1979：Fig. 2）

1987: 676、692, 1990: 142）[1]。

如果施力角与剥片角（打击方向的角度）不同，那么后者（所有变量中唯一由制作者控制的因素）的重要性是什么呢？根据科特雷尔和坎明加（Cotterell and Kamminga 1987: 695）的研究，它并不十分重要。他们指出，当剥片角处于 0°～60° 时，施力角没什么差别，也就是说，能从石核上剥落石片的打击角度范围其实很

1　此段中涉及术语如施力角（force angle）、剥片角（flaking angle）、石锤运动方向（motion of indenter）等，参见 Cotterell and Kamminga，1987：677，Fig. 1。——译者注

大。也许确实如此，但是如果打击角略大一点，也就是说施力角更大一些，就不容易从石核边缘成功剥片的话，为何一些作者不约而同地在图表中标识出偏离竖直方向 40° 的打击角呢（Cotterell and Kamminga 1987: Fig. 4、7、12、16, 1990：Fig. 6.8、6.11）？显然，维持这个角度是有利的，每个痛心疾首地目睹新手捣毁石核的老师都知道，不正确的打击角度会让一件完美的多面体石核变成一个高尔夫球。

图 3.7-a 示意了台面角大约 65° 的石核上赫兹破裂的过程。打击点靠近石核边缘，在接触区的周围形成了沿锥体状破裂路径而产生的竖直裂缝。锥体的外侧迅速抵达并消失于石核边界。随着竖直裂缝的增大，弯曲破裂作用逐渐产生，促使裂缝在锥体内部蔓延。这个过程造成了裂缝延展的方向趋向于石核外侧（Cotterell and Kamminga 1987: 686-687），而且平行于石核表面继续发展，最后在某一时刻将石片成功剥离。锥体从发生到蔓延过程中方向的改变会在大多数“赫兹石片”上产生典型的打击泡，同时也会在石核的破裂面上留下与之相应的凹痕。破裂后期行进的方向会受到石核几何形状的很大影响。例如，如果存在一个背脊，那么它将集中所受到的压力并使破裂沿着与这条背脊平行的方向发生（Faulkner 1972: 132-133）。破裂的蔓延会遵循下面的规律：

> 随着石片开始从石核上剥离，它的弯曲度和收缩度，连同打击物的运动方向一起决定了石片角（flake angle）。长形薄石片的产生可以这样解释，尽管打击物的运动方向范围很大，但由材料硬度决定的剥片角（flaking angle）事实上范围很狭窄，

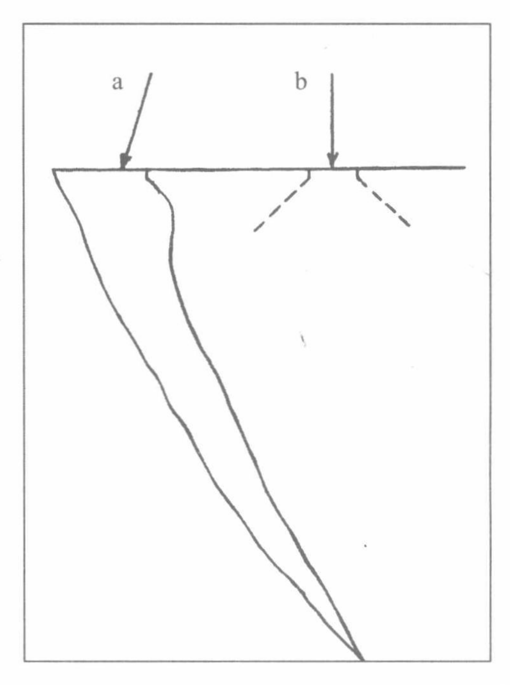


图 3.7　通过赫兹破裂从石核边缘剥片的示意图（a）。b 中的打击力远离边缘；除非施加其他外力，否则打击力将耗散而不产生可见破裂

> 这个剥片角又决定了石片最初剥离时的破裂状态。如果这个初始破裂能沿着石核侧面的方向蔓延，那么长薄石片便产生了（Cotterell and Kamminga 1990: 144[1]）。

假如剥片时，对石核施力的着力点远离石核边缘，又会产生什么效果呢（图 3.7，b）？如果在施力过程中没有产生前文提到的楔

1　原始文献参见 Cotterell B., Kamminga J. and Dickson F.P.1985. The essential mechanics of conchoidal flaking. *International Journal of Fracture* 29: 205-221。——译者注

状破裂，那么恐怕就需要额外的力量才能使剥片成功。这是因为，着力点如果靠近石核边缘，如图 3.7-a 那样，所施加的力会很快达到外表面，从而使石片从石核表面剥离；然而如果石核上的着力点远离边缘，那么施加的力就必须沿着整个石核体前进，内部发生的破裂也随之沿着赫兹锥体延伸，直到抵达外表面。除小石核外，用这种方式剥片，制作者所发出的力常常不足以使破裂贯穿整个石核。相对于明显的破裂特征，石核上最可能显现的只是环形裂缝或者没有任何可视的特征。对于小石核来说，通常更适合用两极法产生收缩性破裂，而非赫兹破裂。

破裂特征

如果你必须通过古人留下的谜团一般的石片和石核来解释他们在遗址中做了什么，那你首先必须回答下面的问题：

问题 7： 石片上的哪些特征可以为考古学组合提供行为学解释？

单个石片上的一些特征指示了它们的产生和最终形成过程，而且有助于做出较高层次的阐释。一般说来，有两组石片特征较之于其他更有价值：①石片的内面或称腹面特征，因为腹面即原始破裂面，可能记录了关于致使石材破裂的力量的信息；②石片终端特征，提供有关打击角、剥片成功与否等信息。

腹面特征

当力量施加在石料上时，波纹会顺着石料传播（Bonnichsen 1977: 106-108; Cotterell and Kamminga 1990: 151），这些波纹中最重要的就是纵向波和横向波。纵向波在与裂缝垂直的方向振幅最强，

但由于它使石料内部颗粒沿着破裂面移动而非垂直移动，因此并不能促成破裂。多数破裂是由横向波造成的（Faulkner 1972: 77）。然而由于多数石料含有杂质，破裂很少能穿过一整块石料。认识到这一点尤为重要，与这些含有杂质的石料打交道时间长了，石器分析家自然就掌握了哪些打击力能产生哪些相应的石片。

控制破裂的一个明显因素是压力强度系数 K（stress-intensity factor，即 K），它由两部分组成：①对称模式 I 系数（K_I），在此模式中，石料内部因扩张破裂而形成两个面，这两个面向相互垂直的方向分离；②不对称模式 II 系数（K_{II}），在此模式中，打击力滑移到了其他方向，偏离了原本应该产生破裂的面（Lawn and Wilshaw 1975: 52; Cotterell and Kamminga 1990: 138-139）。当石料不含杂质时，只有模式 I 起作用，而且裂缝最远点周围的压力是对称的。杂质使得破裂路径以模式 II 发生偏移。如果这个偏移较强烈，那破裂路径将会不稳定，而且会在脆性破裂模式影响以外的地方终止。如果这个偏移比较小，那破裂路径就会很快重新调整方向，并遵循模式 I 稳定下来。认识这些打击力传导调整过程可以帮助分析者明确人为打击造成的破裂，而且可以揭示打击的性质、起始点和方向。图 3.8 示意了一些由于这些调整而出现的特征。一些特征只能在黑曜石或玻璃质极强的燧石上被观察到。而另一些特征则在各种石料上普遍存在。

赫兹破裂的最明显结果是打击泡（bulb of percussion），即石片产生初期，由硬度控制的弯曲力驱使打击力向石核外部偏离的产物。作用力形成的锥体通常表现为石片台面下方的外突，而且在石核上剥离石片的位置留下凹陷的片疤。这一特征很容易辨认，成为赫兹破裂的标志。

在台面下部我们经常可以观察到同心波（ripple，undulation 或

compression ring）。这些特征位于石片腹面鼓起区域，以受力点为中心呈同心圆状分布，这个特征对确定缺失台面的石片的打击点的位置十分有用（Crabtree 1972: 52）。石核表面的不规则性、剪切波[1]的通过都可以使石片腹面出现同心波（Cotterell and Kamminga 1990: 147）。

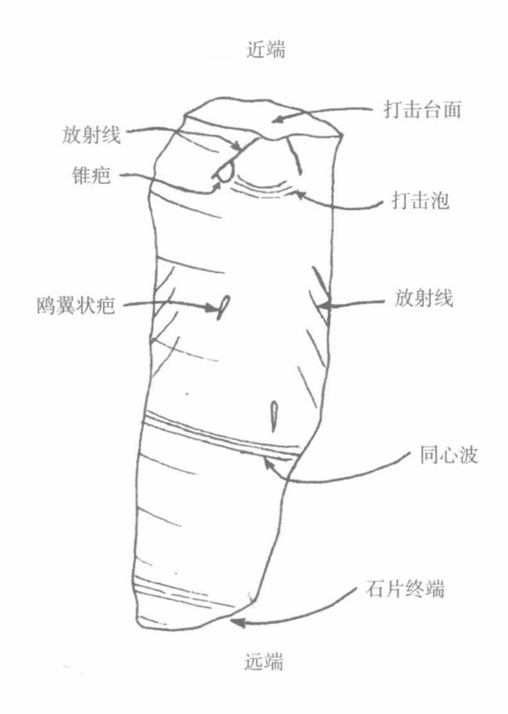


图 3.8　石片腹面特征

1　剪切波（shear wave），是传播方向与介质质点的振动方向垂直的波。又称横波，S 波。——译者注

当打击力造成的破裂前锋（脱离石料内部）抵达一个自由面，而打击力本身以比破裂前锋更快的速度放射性蔓延时，剪切波便产生了。如图 3.9，产生于 O 点的剪切波将斜向穿越破裂面，与破裂前锋 AA' 和 BB' 分别在 aa' 和 bb' 处相交，以此类推。在自由面 C' 上，波纹再次偏斜，不过这次方向相反。因此，在一个固体的正常破碎中，剪切波会穿越破裂前锋好几次。当剪切波和破裂前锋在一

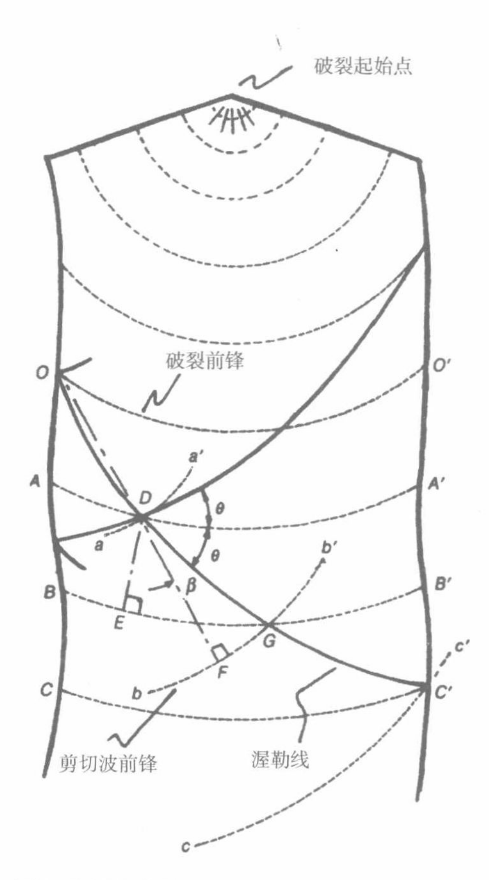


图 3.9　石片腹面的渥勒线（Cotterell and Kamminga 1990：Fig. 6.17）

个界面遇到杂质，这种相撞就会产生渥勒线（Wallner line）[1]。这些渥勒线非常细微，以至于大多数制作石器的原料都不容易体现出来，但是偶尔可以在黑曜石上看到（Cotterell and Kamminga 1990: 150-151）。

更普遍被观察到的腹面特征是放射线（lances，fissures 或 radial striations），是由垂直于破裂前锋的压力的旋转产生的。在某些点上，破裂前锋无法在平面上调节这种旋转，因而被分解成几个前锋，各自沿着破裂蔓延路径指向新的方向。它们就像破裂前锋散发出的许多舌头一样，这可能是不均匀的背面造成的，并且它们总是指向施力点（Crabtree 1972: 64; Faulkner 1972: 149-152; Schousboe 1977; Cotterell and Kamminga 1990: 149-150）。锥疤（éraillure，bulbar scar）的形成，与放射线的形成密切相关，尤其是那些由于施力过大而存在于打击泡上的锥疤，还有那些由于石片背面不规则而产生的锥疤。锥疤起始于打击泡上的放射线，并与之垂直蔓延，经常呈羽状或钩状终止（Faulkner 1974）。

另一个有用的腹面特征常被称为鸥翼状疤（gull wing），但这个构造似乎与福克纳（Faulkner 1972: 152-159）的同名构造不同。这里所讲的鸥翼状疤是指由于破裂前锋必须通过杂质时所产生的疤痕。由于杂质引起破裂前锋的偏离，破裂前锋顺应这个偏移并且越过杂质重新聚合，造成的结果看起来像翅膀一样。因为破裂前锋的聚合总是指向施力延伸的方向，所以即使没有放射线或同心波，这个特征也可以提供有用的信息。

1　依郑富书等的译法。参见郑富书、林铭郎、林鸿州：《脆性材料之裂面形态及机制初探》，《台大工程》2002 年第 85 期，49 ～ 57 页。——译者注

石片终端

单个石片的终端反映了作用力最终如何脱离石块。终端可能与施力方向、原料材质、石核外部的不规则形态或内部的节理、晶簇有关。在一个石片上，上述因素不会单一出现，一个边缘可能会出现不止一种的终端形态，分辨不清也并不是问题，而且在该变量上可提取的信息是相当多的。

在多数案例中，石器工匠设计的终端类型是羽状的（feather termination），破裂基本平行于石核外表面蔓延，然后逐渐和外表面相交。如图 3.10-a 所示，这种情况产生的石片拥有圆滑且相当薄的边缘。其他任何终端类型都被认为是不理想的，除非石器工匠采用两极法剥片或者旨在去掉石核底部。研究者之所以认为关节咬合状（hinge，以下简称关节状）、阶梯状（step）等非羽状终端是不理想的，是因为它们在石核上留下了不规律的形态特征；如果不去掉的话，从同一台面继续剥取的石片也会于此终止，无法继续蔓延。陆续产生的石片增加了石核形态的不规则，最终达到不能剥取长石片的程度。

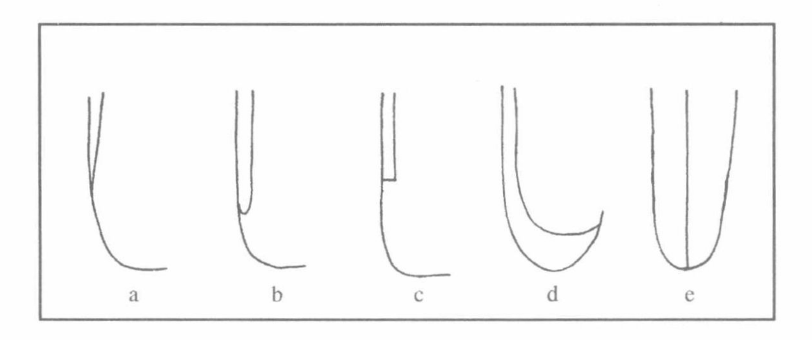


图 3.10　石片终端形式

a. 羽状；b. 关节咬合状；c. 阶梯状；d. 反卷状；e. 中轴线状

关节状破裂（hinge fracture）是因作用力方向突然向石核外侧倾斜造成的。似乎是由弯曲力的增加造成的，也可能与作用力过分向外偏斜有关（Crabree 1968: 466）。作用力方向的改变在裂缝蔓延速率骤减之后发生，这种骤减源自打击力的丧失（Cotterell and Kamminga 1987: 700-701）。关节状终端更多出现在较平坦的表面上。这种情况下，蔓延的破裂前锋向外扩散，宽幅增加，需要更多的能量来维持破裂。因此，原本在倾斜表面能够产生羽状终端的力度不能在平坦表面上产生类似的终端形态。随着能量的分散，作用力的路径角向外偏，造成了翻卷式远端（图 3.10, b）。这种卷曲或翻卷，是由破裂路径的不稳定性造成的，是关节状终端石片中最常见的类型（Cotterell and Kamminga 1986）。

阶梯状终端（step termination）指远端断掉的石片（图 3.10，c）。原因可能是力量的完全消失，也可能是破裂前锋与内部的裂缝或杂质相交。不管哪种情况，继续破裂所必需的能量消失了，垂直于破裂前锋的弯曲力完成了石片的剥落。偶尔，破裂前锋会绕过弯曲力发生作用的地方，越过之前石片的终端，在石核内部形成破裂。

除非石核尾端凹凸不平或有瑕疵，石器打制者一般都希望继续使用它。因此，任何导致石核底部被打掉的动作所产生的石片都可能是一种失误。然而，这种错误能够提供重要信息，使我们了解制作特定工具组合的工匠所面临的技术性限制。如果石片不是在石核的近侧面脱离母体，而是向内部弯曲并终止，则称为反卷状（outrepassé，plunging 或 reverse hinge）（图 3.10, d）（Tixier 1974: 19; Bonnichsen 1977: 132）。根据科特雷尔和坎明加的研究，石核的远端状态是影响石片反卷状终端形成的最重要因素

（Cotterell and Kamminga 1987: 701）。例如，石核远端如果呈直角，那么直角处所受的压力就是零。因为破裂不能蔓延到零压力区，所以其前锋将转出这个区域，终止在相反的一面。同时，产生反卷状终端的可能性也会随着在台面上施力点的位置与石核边缘之间距离的增大而增加。

最后一种有助于考古学家进行阐释的终端形态是中轴线状（axial）（图 3.10，e）。它通常与砸击技术相关。如果在一个石器组合中辨认出这种终端形态，就可以识别出砸击技术。在此类石片中，破裂直接穿越石块到达另一端，而且常常将石核一分为二（Cotterell and Kamminga 1987: 699-700）。

剥片类型与石锤类型

锤击剥片

为了有效地分析石器标本，我们必须全面地了解方方面面的知识，不仅要知道生产出的是何种石片，还要知道石器的制作方式。

问题 8： 史前有哪几类石器打制方法？

因为从石核上剥取石片的方法很少，所以这个问题的答案范围很狭窄。最常用的是锤击剥片（percussion flaking），其过程中有静态和动态两个角色。动态的一方传递了剥取石片所需的作用力。动态力有几种表达方式，最常被使用的是徒手锤击法（freehand percussion）。在这种方式中，（石器打制者）一只手将石核稳稳地握住，也可以支撑在地上或腿上；另一只手拿着活动的工具来进行

打击（图 3.11，a；参见 Whittaker 1994: 94-95; Patten 1999: 37）。

锤击法中的动态施力方可能是另一块石头或较软的物质，如角材或木材。这类材料的密度、弹力、韧性、强度都与石头不同，材料的质地对产生的石片的性质或者是否能够剥取石片，都具有很大影响。从石片上很难精确地判断出打击物的种类，但是，为了表达上的方便，研究者经常划分出硬锤和软锤。“硬锤”指石头，“软锤”则指骨、角或硬木（例如铁木）。打击物的大类是有可能被区别开来的，譬如硬锤打击往往产生带有明显打击泡的石片，而软锤则经常产生只有小打击泡或没有打击泡的石片，在打击点下方的腹面上出现一个小的唇凸（Crabtree 1970; Newcomer 1970; Henry et al. 1976）。然而，每种打击物产生的石片都带有一些交叉特征，太多的重合使得很难对单个石片做出明确判断（Mewhinney 1964; Hayden and Hutchings 1989）。

打击物类型中还存在另一个盲点，就是石灰石一类的软石料，使用这类石料作为石锤，产生的石片上很可能具有被花岗岩打击的特征，也可能具有被角材、木材打击的特征，也可能二者兼备。如何准确地识别软锤制品，一直都没有很好的答案。

判断使用徒手锤击技术的前提，是假设打制者手里的石核足够大而且可以用手掌控。但是，任何在打击几乎用尽的石核时砸伤手指的人都知道，有时必须将石核放在地上而不是拿在手里。在只出产小块石料的地区，即使没到石核将被用尽的时候，打制者也必须将其放置在地上剥片。对美国西部某地石核的研究支持了这个观点。这个地区所有同时出土砸击石核和锤击石核的遗址中，砸击石核的平均尺寸都比锤击石核小得多（Andrefsky 1994）。

在石核非常小的情况下，为了获取边缘锋利的工具，最实用方

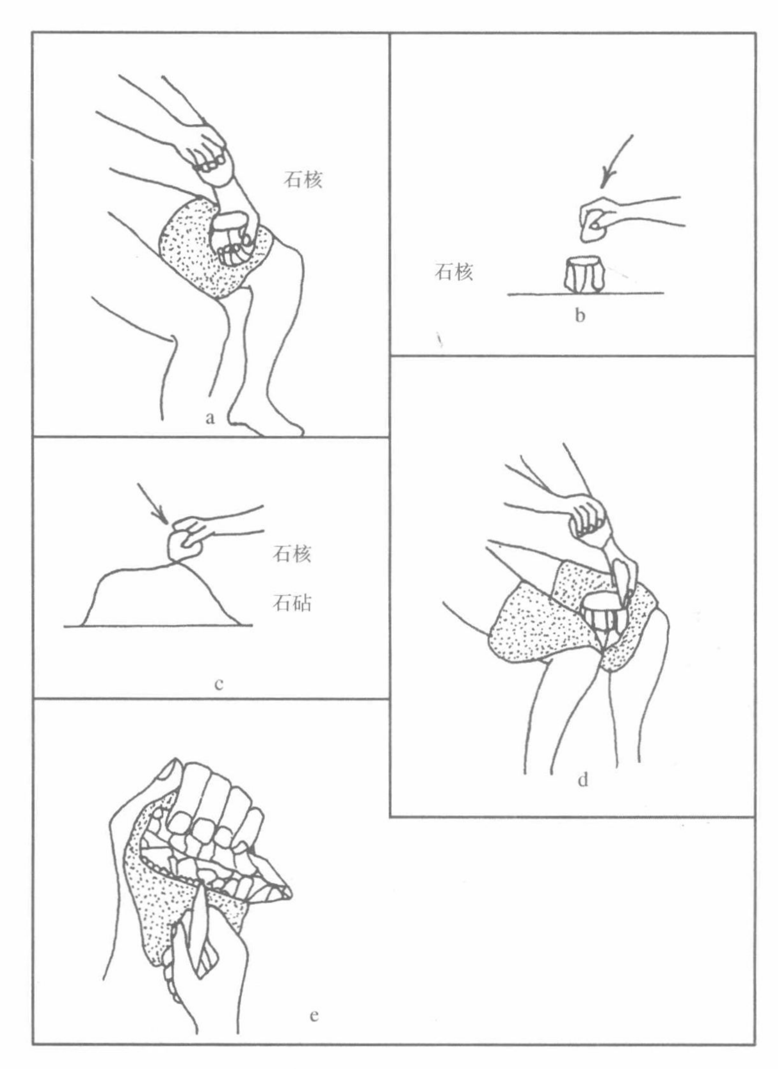


图 3.11　石核剥片方式

a. 徒手锤击；b. 砸击法；c. 碰砧法；d. 间接锤击法；e. 压制法

法是将石核放在坚硬表面上进行楔作用打击（图 3.11，b）。小林广明（Kobayashi 1975）和卡拉汉（Callahan 1987）已经证明了这种方法是加工小石料的最有效策略，即砸击技术，或称两极技术（bipolar technique）。这种技术的考古学特征包括两个相对的带有破碎痕迹的面，散漫的打击泡，以及很小或缺失的打击台面（Kooyman 2000: 56）。遗憾的是，在砸击制品组合中，并非每个石片上都有这样的证据。所以，即使盲测区分砸击制品和锤击制品的准确性非常高，对单个石片识别的准确性仍然非常低（Jeske and Lurie 1993）。

到目前为止，对锤击技术的研究一直假设，当石锤或软锤提供动态能量时，石核保持相对静态，但是情况也可以截然相反，即石片也可以通过石核在合适的位置主动撞向一个静止石头而产生（图 3.11，c），这被称为碰砧技术（anvil technique 或 block-on-block technique）（Crabtree 1972: 34-35; Shen and Wang 2000[1]）。这种方法对于剥取大石片很有效，但由于较难打击石核上的指定位置而精确度不足。尽管“碰砧技术”一词的这种使用方式很常见，但有的时候有的学者对这个词有其他定义。例如，博尔达和卡拉汉认为，当一个石砧作为石核下方的坚硬支撑，而它放置的位置不像楔作用打击那样直接处于作用力下方时，这样的方式也可以称为“碰砧技术”（Bordaz 1970: 13-15; Callahan 1987）。

上述技术是用打击物（锤）或石核进行直接打击，还有一种方式，就是在二者之间使用一个中间媒介，即间接打制法。这种媒

---

1 该文章主要观点亦见于：沈辰、王社江、陈虹：《碰砧法技术再研究：模拟剥片实验数据的数理统计学分析》，《考古一生——安志敏先生纪念文集》，文物出版社，2011 年。——译者注

介通常由角、木或骨制成，称为“传导棒”（punch），它可以使打制者精确地控制受力点，打击物（锤）产生的力量就可以通过这个媒介传入石核（图 3.11，d）。这是一种制作棱形石叶（prismatic blade）十分有效的方法，因为这种石叶要求每次打击的打击点都非常精确且规律。值得一提的是，中石器时代之前没有使用间接打制法的证据（Inizan et al. 1992: 61）。

压制剥片

修理石片和石叶最常用的方法是压制法（pressure flaking）（图 3.11，e）。在中纬度地区，土著居民首选的压制工具是骨头或角尖，而现代（进行复制实验的）打制者常用装有铜尖的木棒。制作过程中，压制工具被放在石核的边缘上或边缘稍微偏后的位置，主要靠制作者肩膀和上臂向内侧或向下的压力来产生石片（Whittaker 1994: 129-133）。这种技术也被用于剥制大石片，如在古印第安尖状器上刻槽时的剥片（Boldurian et al. 1985; Sollberger 1985; Gryba 1988），也可以很有效地生产规整的石叶（Binder 1984; Pelegrin 1984; Tixier 1984）。

为了避免无意义地消耗石核，成功生产出石片，石核边缘较薄的部分必须被去掉。这种修整边缘的痕迹在某些以压制剥片方式修理的石器上仍然可见，它们就是压制法剥片的证据。在进行使用痕迹研究时，研究者也应该了解和考虑这些因素。

初步剥片与二次修理

以上讨论一直集中关注石头的主要性质、导致石料破裂的各种

力、人工石片的特征以及史前人类运用的主要剥片方法。接下来的章节将运用这些原理对考古学组合进行技术分析。可惜，这样的话，最痛苦的时刻就要来临了，因为你必须立刻决定取舍，即决定哪些石头值得分析，哪些甚至不是考古遗物。可以总结为这样一个问题：

问题 9：如何确定哪些标本或标本上的哪些部分是人类有意识加工的？

这个问题事实上包含两方面：第一个方面是，一件石片是人工产物还是源于自然破裂；第二个方面是，人类在这件石片产生之后是否对它进行了修理。二次修理与这些基本问题密切相关，因为自然破裂的石片和人工剥制者一样都可以用于工具制作。就是说，一件自然冻裂的燧石石块，边缘被人为地连续修整，与一件起初就被人工加工成棱状石叶的材料一样都是“人工制品”。

初步剥片

初步剥片的成因，伴随着“曙石器”（eolith）的论战（本书第一章开头提到）成为 20 世纪头二十年一个重要的考古学问题。这个问题的核心在于，一个石器组合中的石制品是当地早期人类生产的真正的人工制品，还是由岩石坠落或泥石流作用等自然力形成的假石器。论战中，学者们逐渐意识到这个问题的复杂性，即石片本身的性质和埋藏环境的性质都影响着问题的答案，这场旷日持久的论战于是逐渐平息下来。到了 20 世纪 30 年代，阿尔弗雷德·巴恩斯（Alfred Barnes）收集了很多的材料，提出了一些常见的人类打制石片的特征，其中就包括了二次打片的规律性和边缘角的角

度范围（< 90°）（Barnes 1939）。巴恩斯的研究没能解决所有问题，但已是当时能给出的最全面的回答。而且大多数学者当时已经不胜其烦。所以从那时起，这方面的工作变得非常有限（Patterson 1983; Schnurrenberger and Bryan 1985）。

鉴别人工打击石片的另一个方法当然是找到与之相应的石核。多数石核都以块状的形式出现，而且形态上比较厚。其表面剥落的石片（与石核相比而言）比较大——因为剥片的目的是取得石片，而非单纯的对石核的敲敲打打。有些石核是两边都有打击台面的两极石核；有些石核是放射状的，两面的台面围绕着石核，很像两面器。图 3.12 示意了三种形状和台面位置都很理想的石核：锥状石核（pyramidal core）、柱状石核（cylindrical core）和放射状石核（radial core）。其他不符合理想几何式样的石核一般被称为非定型石核（amorphous core）。

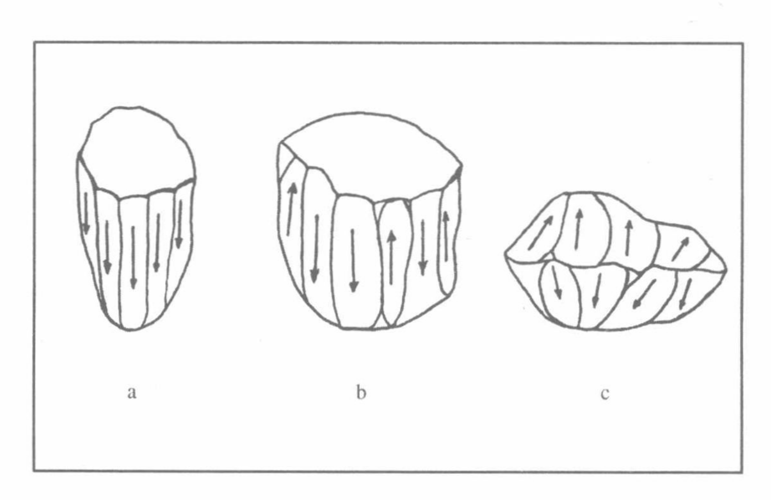


图 3.12　三种理想化石核形式
a. 单台面锥状石核；b. 对台面柱状石核；c. 放射状石核

二次加工

有意识的修整

关于石制品人工性质的第二个问题是，经过初步剥片后的石片是否经历了刻意的修理。修理包括两种方法，第一种是打制（chipping），即从被加工对象的边缘剥去更小的石片；第二种方法是打磨（grinding）或抛光（polishing），即磨制。这里将只讨论打制修理，磨制修理将在本章结尾略做解释。

辨别石制品的有意识修理非常重要，原因至少有三个：①自然石块上的人工修理痕迹可以使其被归入人工制品的行列；②二次修理可以指示石器维修或循环利用的过程，这一过程是将遗址作为一个整体进行阐释的重要部分；③有意识的二次修理显示出该石片比类似的未修理石片得到人类更多的关注（或文化投入），因此表明这些经过二次加工的标本应被单独划分为一个类型。在美国北部多数的实例中，由经二次修理的石制品构成的组合可以构成一个器型类（type collection），类群中的成员又可以被进一步划分为我们熟悉的类型，如投掷尖状器、钻器以及雕刻器。

为了钝化、锐化或整形的有意识加工被称为修整（retouch）。但我认为，这个说法太宽泛以至于可以涵盖任何式样的二次修理。根据这个定义，一件带有使用痕迹或因史前踩踏、农具和发掘工具碰触或者实验室内粗心处理而产生的外部损坏的石制品，也同样可以被定义为是经过修整的。

如此宽泛地定义这个术语对石器研究并无益处，因为它无法建立任何有意义的史前标准来区分石器。使用“修整”这类术语，旨在创建一个含有高文化投入的人工制品类型，以便更有效地描述将石器与人类相联系的要素，并区分不同类型的石器，而不是为了满

足好奇心。这些类型组成了我们的基本数据库，这个数据库中的信息主要依赖于史前工具被制作过程的特征，而不是石器在使用过程中的损坏或是被埋藏的几百年间受到的外力。如果把后者加到“修整”的定义中，我们将无法确定这类物品到底代表着什么——这件东西是刻意生产的工具，还是仅仅带有敲骨头的痕迹，或因暴露地表时受到犁的破坏而被归入此类的呢？

一个类型的创建是以一定的标准为基础的，这个标准就是带有预示性的加工，它能够使分析者将有意识修理与其他形式的损坏区分开。这也许比较困难，许多研究已经讨论过有意识修理与人和动物的踩踏、洞穴内壁岩石的坠落、农具破坏、野蛮发掘以及其他现象之间的相似之处。但是，对这些破坏视而不见，或笼统处理，又将引起严重的阐释问题。所以唯一的解决办法是锻炼你的眼力，直到能区分各种外部破损，尤其是区分出有意识修理为止。没有比实验更好的识别方法了——制作自己的石器，对一部分进行踩踏，另一部分进行使用，还有一部分放在农田里（当然要取得允许）——然后认真地研究所产生的破损。

实验显示，某些损坏以反复出现的特殊痕迹为特征。下面将列举一些比较有用的特征，但是这些理论只有被应用于你自己的实验中，才能起到最佳效果。还要牢记，这些特征只是一般规律，特例无处不在。具体的石器和修整类型将通过俄克拉何马州东部三个不同时代典型遗址中的分析样本加以说明。

在“修整”这个术语中，我涵盖了所有种类的有意识修理，从用角质软锤塑形到用压制工具刻凹缺或进行修整。这意味着这个术语可以包括边缘修整（marginal retouch），也就是限于边缘的小剥片，例如，为了修锐一件石叶石刀（图 3.13，b）、使刮削器边

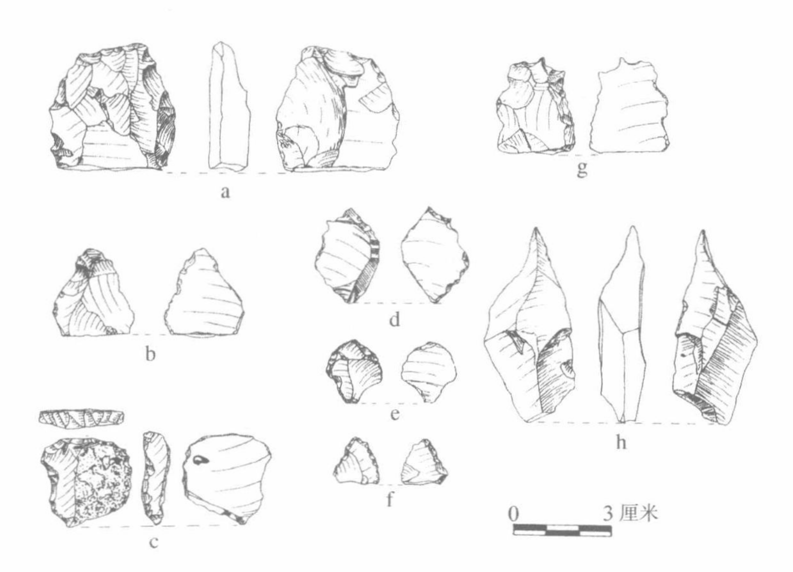


图 3.13　俄克拉何马州阿代尔地区的威尔莫斯（Wilmoth）遗址（34Ad-66）出土器物

a. 块状单面器；b、d. 修理石片；c、e、f. 石片刮削器；g. 石片毛坯雕刻器；h. 非加工石块（Odell-Vereecken and Odell 1988：Fig. 10）

缘变钝（图 3.13，c）或翻新一件钻形器（图 3.14，a）。这个术语也包括将毛坯（blank）整形成工具的过程中的大型剥片。这可以通过单面加工实现，使毛坯成为一件单面器（unifacial），例如刮削器（图 3.13，a；3.14，d、e）或雕刻器（图 3.13，g）。但是，最精深的塑形是对毛坯相对的两面进行修理，形成两面器（bifacial）（图 3.14，b、c；3.15，a）。一般两面器包括投掷尖状器（projectile point）、钻形器（drill）、斧形器（axe）、锛形器（adze），其他卵形、长方形或三角形的器物就统称为“两面器”（biface）。

“修整”这个术语因此囊括了所有对人工制品的刻意修理，从初步塑形、维修、再利用，直到转变成另一种器型。为了方便研究

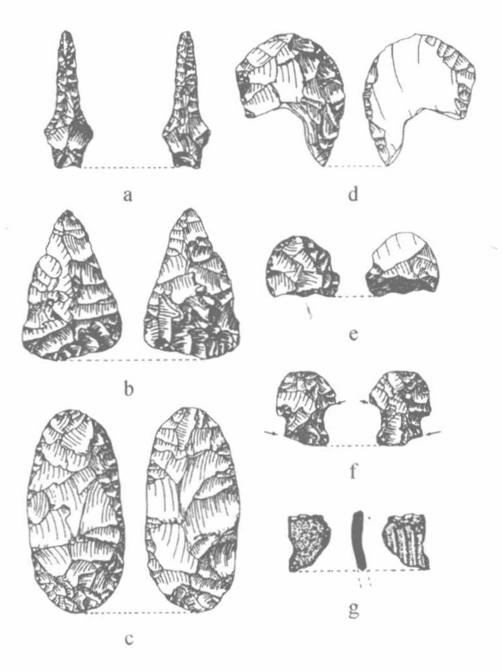


图 3.14 俄克拉何马州特拉华县鸭溪（Duck Creek）遗址（34DI-52）出土器物
a. 十字形底钻形器；b. 两面石斧；c. 心形两面石锄；d. 端刮器残块；e. 拇指盖刮削器；f. 改型装柄刮削器；g. 绳纹陶片（Gifford and Odell 1999: Fig. 5）

者使用，这个定义含义宽广，尽管更细节的划分在进入标准类群之后将必不可少，但是，就这一阶段而言，它无须区别出不同的修理形式。

如果修理是有意识的，那么逻辑上它会遵循以下规律：①施加在边缘上的力处于人力所及范围内；②修理是具有目的性的，虽然潜在的目的可能不明显；③很可能使用不如鹿角尖那样尖锐的钝器具进行修理；④剥片的基本力量垂直于边缘。第一个考虑排除了某些极端的损坏，尤其是那些较钝的或其他较厚的边缘。

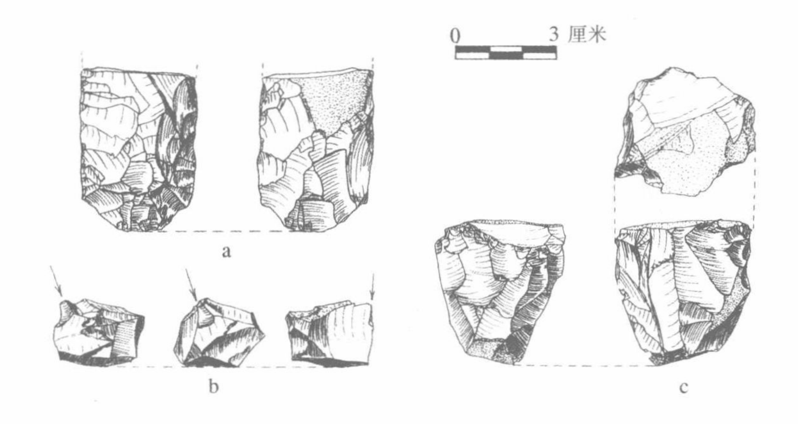


图 3.15 俄克拉何马州瓦戈纳县戴（Day）遗址（34Wg-171）出土的二次加工器物
a. 阶段 1 两面器；b. 块状毛坯雕刻器；c. 锥状石片石核（Odell and Odell-Vereecken 1989: Fig. 10）

潜在的、有目的性的意图使得修理无论是钝化、塑形还是锐化，都不是随意的，而是要达到某些目的。实现这些目标需要对边缘修理具有一定的规律，这样石片才能一片接一片地从边缘最小的部分剥落下来。我所谓的“规律”指的是，剥片即使可能分布在两面，它们通常也都是连续且尺寸相似的。较钝的工具通常不用于修理十分尖锐的边缘或凹槽，但是可以产生一些局部破碎。人们必须通过垂直压制边缘剥片，最大程度地避免方向朝向两端的片疤的产生。

非使用破损与使用破损

让我们来讨论一下其他形式的破损与有意识修整的不同吧（只能说多数时候是有区别的，区分不明的情况时有存在）。纳什（Nash）曾研究过洞穴内壁坠落物对下部沉积物的影响（Nash 1993）。为了模拟这种情况，他进行了实验，从不同高度将不同

重量的物体掷落到碧玉和凝灰岩碎屑上。尽管他这项工作的目的只是想提出警示，但图 3.16 所描绘的他的实验结果（被认为是他的实验里通过自然力产生修理痕迹最好的标本）还是展示出这种自然作用与大多数有意识修整所产生的痕迹的不同形态特征。标本表面剥落的片疤尺寸各异；经常散布于边缘，而非有目的地分布；即使有连续分布的情况，也不覆盖整个边缘，而是留下一

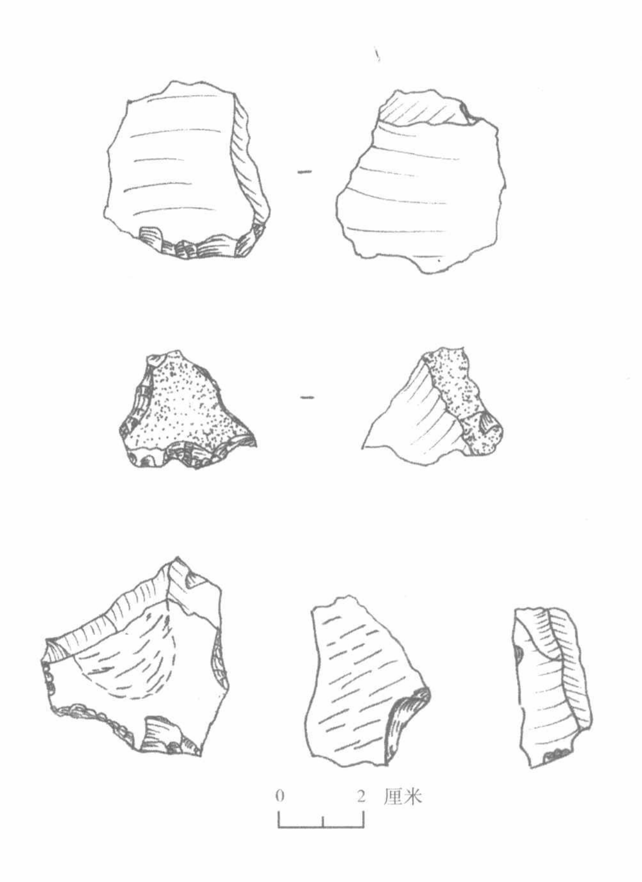


图 3.16　剥片实验产生的“二次加工”（Nash 1993：Fig. 3）

些没有经过剥片的部分。发掘破损和实验室破损也会产生不定型、比较随意的破裂，当然，这种破损还需要更多的证明与分析（Gero 1978）。

踩踏实验也可以获得类似的结果。克努森（Knudson）记录了牛群在饮水槽周围踩踏玻璃的效果（Knudson 1979）。被踩踏的标本显示了和人们预期的一样的许多边缘片疤。整体上看，片疤的随意分布和不同尺寸片疤的成簇分布是这些标本给人的总体印象。进行人工修理的最理想边缘恰恰也是那些最容易因受力而随机发生改变的部位，例如图 3.17-d 示意的下缘弯曲的石片。

被人类踩踏也会表现出相似的边缘破损方式。最近的一些实验相继表明，人类的踩踏可以形成与刻意修理极其相似的破损。判断破损疤数量和分布范围的最重要因素是边刃的角度和与石器接触的下部沉积物，黏土中的器物要比砂土中的受损严重（Flenniken and Haggerty 1979; Gifford-Gonzalez et al. 1985; Pryor 1988; Nielsen 1991; McBrearty et al. 1998）。与特林汉姆等人的发现（Tringham et al. 1974）不同，实验表明，破损不一定出现在被踩踏的相对面，也不一定只形成狭长的单个片疤。然而可以确定的是，多数情况中，片疤会稀疏的分布于边缘。对此，尼尔森（Nielsen 1991: 500）做出过这样的结论：

> 多数石片表现出任意深浅的一至三个孤立片疤散布于边缘。这些片疤可能位于任意一面，除了陡缘上出现的片疤可能较大以外，形状或尺寸没有特别的可识别性。但是，干燥踩踏组合中有六七件标本与这一普遍趋势不同。它们在一个

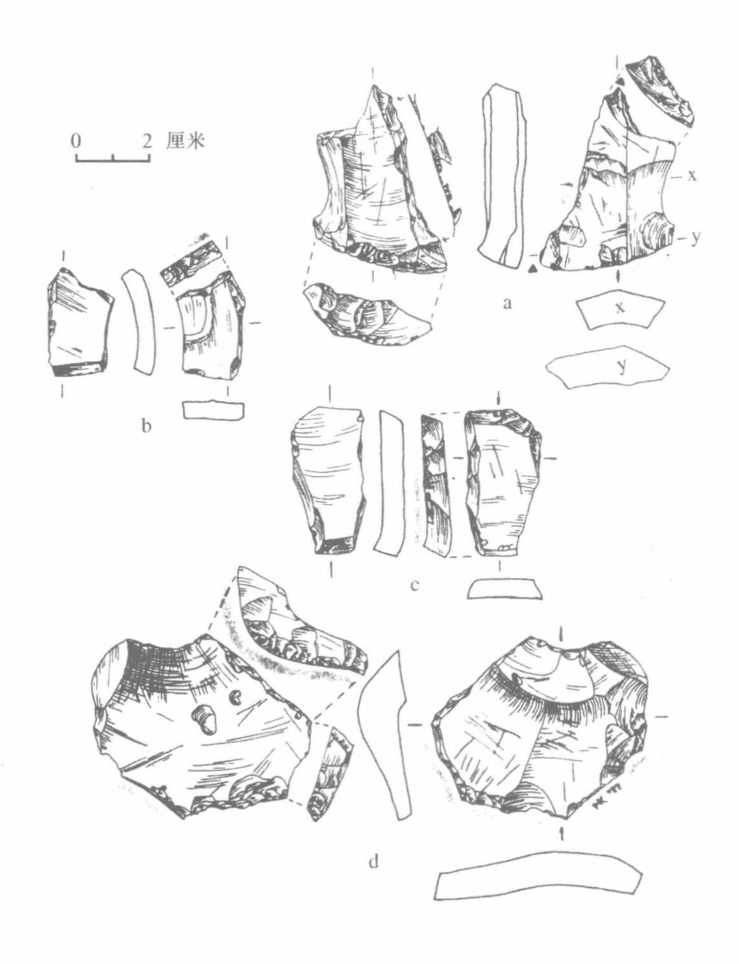


图 3.17　饮水槽周围的玻璃“假石器”（Knudson 1979：Fig. 2）

或多个边缘上表现出成排的连续平行片疤，很容易同人工修理痕迹混淆。

很明显，分析者可能会错误地阐释某些标本，所以必须持续关注此类破损。我们已经观察到，被踩踏石片具有“脚拖地的磨痕”（条痕和磨痕），特别是在背脊和突出的打击泡上，这一证据可以帮助识别那些难度很大的标本（Shea and Klenck 1993; McBrearty et al. 1998: 124）。

普罗斯特（Prost 1988）和马卢夫（Mallouf 1981）详实地记录了农具造成的破损。马卢夫研究的石片标本来自得克萨斯东北部的布卢金克里克卡什（Brookeen Creek Cache）遗址，埋藏在致密的黏土堆积中，受到犁耕的严重破坏。作者辨认出了多种破损，下面将介绍一些区别犁耕破损与有意识修理的常见特征。其中之一就是片疤的不规律性，多数情况下不能表现出目的性。第二个特征是铁犁划过燧石时会产生许多凹槽。这些凹槽，以及边缘的其他部分，都残留有金属物，这些金属残留物在水中会呈现锈色。凹槽往往呈 V 形，边缘尖锐，偶尔带有单向片疤。通常缺失用鹿角尖等钝器修理石器边缘而形成的破碎痕迹。农业活动常常导致石头破损，但是破损类型往往不易判断。附栏 3.2 描述了一项实验所揭示的某些具有明显特异性的特征。

附栏 3.2　犁耕破损实验

几年前，我和弗兰克·考恩（Frank Cowan）为研究犁耕区耕地行为对石器的影响（Odell and Cowan 1987）做了一系列实验，得到大量典型的带有犁耕破损痕迹的标本。在这些实验中，1000 件石片和经过修理的石器被涂成蓝色，贴上标签，以规律

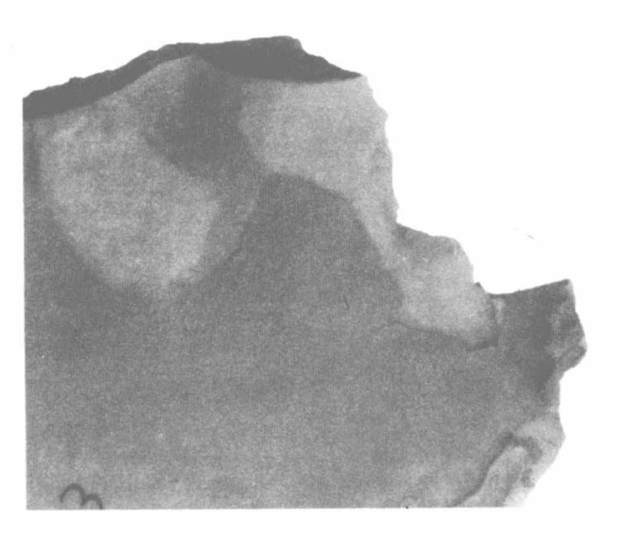


图 3.18　耕犁产生的 V 形凹缺与连续破裂

的间隔埋在农田的表土层下，然后在上面进行了 12 次犁耕。蓝色涂料使得标本容易识别，而且破损的地方将出现颜色脱落，便于清楚地看到犁耕破损痕迹。

这种破损会造成反复出现的锐利凹缺刃口（图 3.18）。这种刃口是由于金属刀刃以最大的穿透力刺入石片内部造成的。在这样的情况下，石片可能旋转着离开金属刀刃，造成了凹缺刃旁边一排小的破裂。不仅凹缺刃本身很锐利并呈 V 形，连其两侧的边缘部分也是如此，（这样就造成了标本破损边缘的）一面呈现简单的破裂状，而另一面则呈现出很锋利的刃口。在标本的边缘上基本见不到使用鹿角尖等钝器刻意修理而产生的破碎痕迹。

193号石片上可以看到类似现象。在这个实例中，金属犁刃接触到石片左上部（图3.19），然后掠过边缘，剥落一排连续的圆形碎片而造成凹缺刃。根据剥落的碎片，可以推测出金属犁刃的运动位于凹缺刃右侧。这些小的剥片与刃口边缘垂直，并且显示出犁刃主要是从左到右运动的。在这里，孤立存在的片疤不可能是刻意修理的结果，因为刻意修理产生的剥片都是朝向石片内部的，形成的破裂终端大致与石片边缘平行。另外，犁耕破损的整个凹缺边缘都是锋利的，即不像用压制工具刻意修理的那么钝或细碎。尽管在这个照片中锋利的边缘被遮住了，但在反面很容易观察到（图3.20），因为犁刃同时也剥掉了相对面的一些颜色。

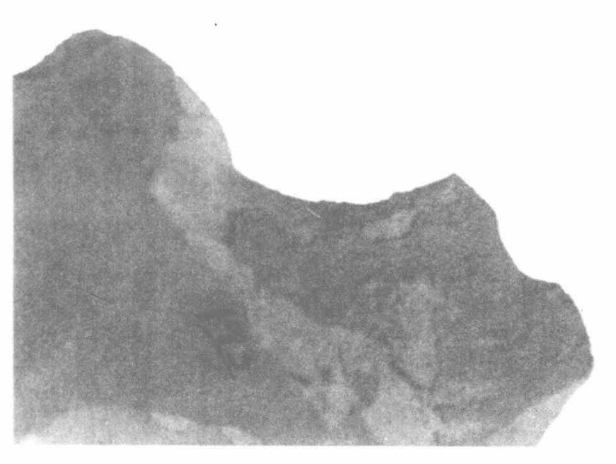


图3.19　耕犁产生的浅凹缺与方向性片疤

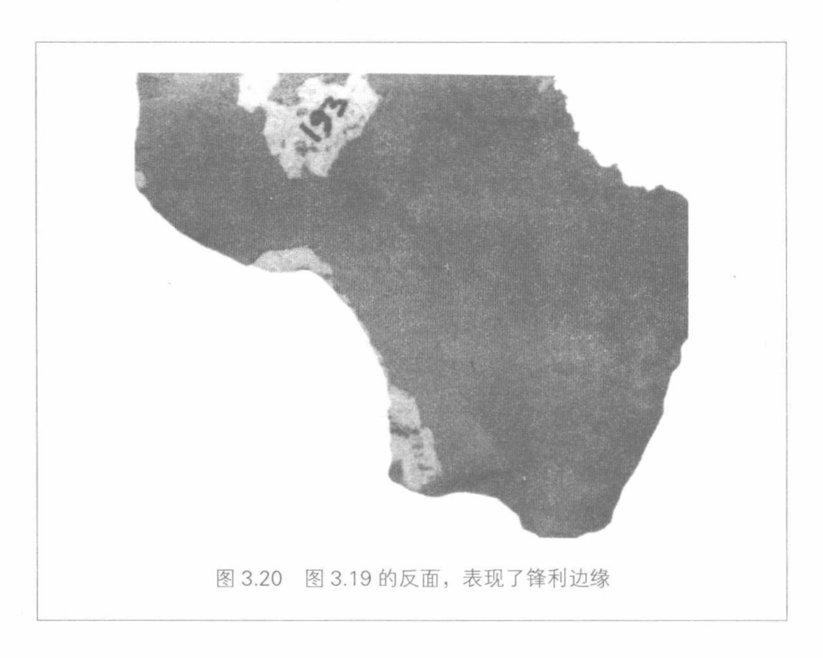


图 3.20　图 3.19 的反面，表现了锋利边缘

上面描述的识别特征只是一般的规律，而且需要通过实验和经验来证实。不是每个实例都这样，随意性总是存在的。但是，花费一些时间和精力来识别各种破损还是值得的，因为这是一个石器研究者做出最基本论断时的关键一环。这些论断决定了你要采用的统计学样本的性质和采样方式，而且也是你选择分类系统的基础。因此，识别不同的破损类型至关重要。附栏 3.3 将探讨不同修理类型的差别性。

总而言之，打制工具的制作总是围绕着作用力和压力进行的。在这个层面上，这一主题更接近于工程学而非考古学——这可能会吓退许多满怀热情的石器研究者。这一点的确令人遗憾，但是一个有远见的研究人员必须努力学习这些知识，如果我们不能对标本本身的人工性质、打制方法等了解透彻，我们就永远无法正确解读整

个石制品组合。利用燧石进行复制实验，亲身制作一些考古标本，可以有助于理解本章所讨论的抽象问题。

附栏 3.3　修整方式

如果你断定一件石制品可能被修整过，那么接下来就要判断一下是什么修整方式了。石制品上的修整可以分为三种基本类型。第一种是边缘修整（marginal/edge retouch），主要集中在石制品的边缘。边缘可能为了便于手握被修钝，也可能为了装柄或其他用途被整形，还可能因为太钝而被修锐。这些修整仅限于边缘本身，所施加的压力通常都是垂直应用于侧面边缘的。剥片几乎不会超过 5 ～ 8 毫米这个范围。通过这种方式制作成形的工具包括刮削器、雕刻器，还有一些没有固定形制的普通修理石片。图 3.13 的 b-g 描绘的就是俄克拉何马州出土的一些典型标本。

边缘修整的另一种类型，不是在侧边缘一排连续的剥片，而是在一角或垂直于石片面的方向剥离少量的石片（通常是 1 ～ 3 片）。这个工序的主要目的是形成一个结实而锋利的尖部，以便雕刻骨、角及洞穴墙壁等坚硬的对象。目前所知的材料主要发现于欧洲旧石器时代晚期，这种技术姑且被称为雕刻器技法（burination），而制作的器物就叫做雕刻器（burin）。图 3.15-b 示意了俄克拉何马州东部古代期（Archaic）的一种角雕刻器。

第二种类型是侵入式修整（invasive retouch），单个修疤即使不贯穿整个被加工体的表面，也会覆盖一大部分。如果毛坯不是“隆起”的或者太厚的话，剥片疤通常会延伸到石制品的

中间。这种修整方式的对象往往比较薄，单面修理和两面修理都很常见。许多两面修薄的石片都被古人当成工具使用，而且在“流动工具组”（mobile tool kit）中，人们常常将两面器作为石核，从上面剥片制作工具（Kelly 1988）。两面剥片的其他目的还有修锐圆钝的边缘，或修改其形制以便在其他任务中循环使用。投掷尖状器、钻、斧、锄、装柄刮削器以及一些其他工具类型，都是用这种技术制作的（参见图 3.13，a; 3.15，a）。

第三种修整出现在石材消减（core reduction）的过程中。石材消减的最初目的是生产能作为工具使用的石片，剩下的产物不能再接着使用，或被继续当作石核发挥作用（参见图 3.15,c）。尽管大多数考古学家不把这称为“修整”，但是我提出这第三种修整的理由是，从石核表面剥取石片构成了二次修整，就像从刮削器尾端剥取小石片一样。研究者不应当自欺欺人地忽略这个事实。为了避免术语上的混淆，如果对石核外围进行某种整形或改动，而这种整形或改动与最初剥取有用石片的目的不同，那么这种剥片应该被称为“修整”。

磨光石器

与打制石器通过打击力修整不同，磨光石器是通过磨蚀作用进行修理的。詹尼·亚当斯（Jenny Adams）著有专门分析磨光石器的手册（Adams 1997, 2002），本书将不详细讨论。

作为考古学的行话，“磨光石器”（ground stone）一词的概念有些含混不清，因为它涉及两个截然不同的方面。一方

面，它指一些特殊式样的器物，例如斧或烟斗。这种情况下，打磨是一种生产特殊尺寸和形状器物的技术。另一方面，这个词语指那些被用来碾磨其他物质（如玉米、小麦或颜料）的器物。这些器物被用来加工其他物质，包括磨石、磨盘、臼、杵等，而且多数情况下，它们的器形不能很好地表明其最初功能。鉴于本书的目的，我将它们分别叫做磨制石器（manufacture-ground）和碾磨石器（use-ground）。下面的问题将引导我们进入更深入的谈论：

问题 10：如何区别并研究磨制石器与碾磨石器？

磨制石器

从现存的古代器物可知，史前人类制作了大量的磨制器具，从皂石碗、坠饰，到珠饰和其他装饰物，再到石斧和石锛等使用工具。这类器物最初一般是用打制技术成形的，燧石质工具尤为如此。打制石斧和石锛常常通过磨光端部来使曲折刃缘变平直，并使之更坚实（图 3.21）。火成岩和变质岩常被打琢成形，然后磨光。这种器具通常在后端保留打琢痕迹，这种粗化处理无疑会使作为复合工具的斧头在柄的装置中更加牢固（图 3.22）。

可惜的是，很难找到可用的民族学材料来解释此类工具的生产，因为新技术很快就迫使老技术消失了。制陶技术就使得皂石碗寿终正寝。例如，在新英格兰，石碗采石场霍恩希尔（Horne Hill）、奥克朗（Oaklawn）、贝克维尔（Bakerville）等地（Fowler 1966, 1967; Neshko 1969-70）在古代期晚期一直被大量使用。放射性碳测年数据表明，陶器的出现并没有导致

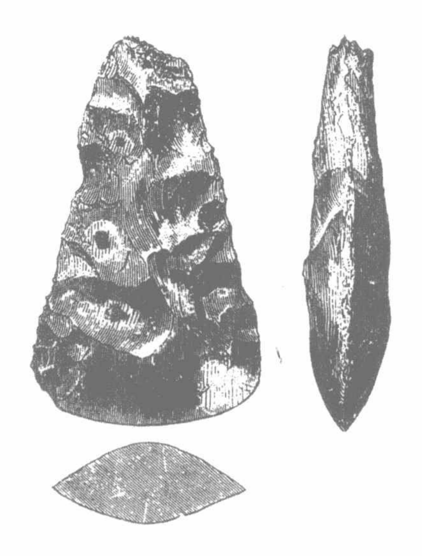


图3.21　英国北约克郡索登（Sawdon）遗址出土的刃缘磨光打制燧石石斧（Evans 1897：Fig. 33）

石碗制作突然减少，该技术持续至陶器时代，但是它确实影响了采石场的活动，并最终将其取代。大洋洲的磨光石斧和石锛被铁器取代也很迅速，因为和石器相比，铁斧的效率非常高（Sillitoe 2000: 59）。

为了解磨制的主要原理，让我们引用一段关于磨制石斧生产的罕见的文字说明—— 一种已经不存在的、曾经被巴西黑达印第安人（Héta Indian）应用的技术（Kozák 1972）。黑达人传统地制作一种长卵形斧头：尖部磨光，椭圆形截面，插入木柄，不使用树胶。游牧的狩猎采集人群用石斧砍伐树木来造房子或用于其他用途。和世界上其他人群一样，当能够获得金属时，黑达人就开始使用金属工具了，所以，在石斧退出历史舞台几年之后，民族学家弗拉迪米尔·科扎克（Vladimir Kozák）特邀他们制造了一把

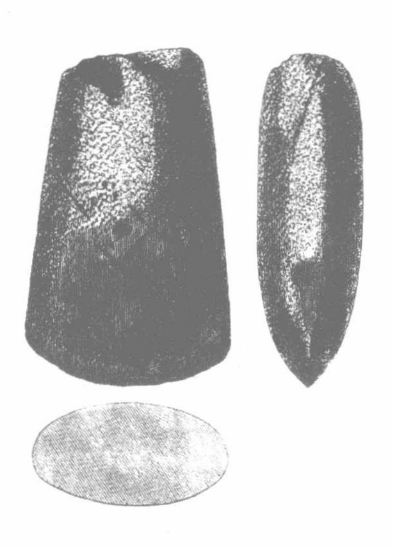


图 3.22 英国布里德灵顿（Bridlington）出土的绿岩石斧，刃缘磨光，但宽端仍保留琢制痕迹（Evans 1897：Fig. 74）

石斧头，他们对此感到非常疑惑。这种反应不难理解，因为在较理想并且持续工作的条件下，一个人需要 3 到 5 天才能独立制作一个石斧头（科扎克的案例中，制作曾被中断，因此总共花去 7 个月的时间）。

生产过程的第一阶段是选择合适的石料：坚硬无瑕疵的河卵石，尺寸和形状（长卵形）不能比成品大太多。用两脚夹住卵石，工匠非常仔细地将石头打琢成形，不让它破碎。科扎克记录到："在打琢过程中没有碎屑或崩片，仅出现很小的颗粒。"（Kozák 1972: 19）这项工作持续了很多天，直到斧头呈现确定的形状，此时工匠拿出一个大的砂岩质卵石和一个盛满水和白黏土的容器。工匠将打琢好的石头浸入泥水中，然后在砂质卵石上摩擦。这一过程使得黑达人可以同时打磨和抛光石斧。最终产品是一个对称

的无槽的斧头——考古学术语称之为“石斧”（celt）——尖端附近经过打磨和抛光，后端因为要插入木柄而未磨光，装柄程序需半天才能完成。

黑达人的部落属于亚马逊四个部落之一，他们在20世纪70年代中期以前一直使用石斧。对于部分狩猎采集人群和农业人群来说，这种工具在清理农田方面十分重要。用石斧砍树很费劲儿，一个人要花费6个小时才能砍倒一棵直径30厘米的树（Carneiro 1974）。民族学实验表明，使用石斧清理一片树林要比用铁斧多花7～8倍的时间（Carneiro 1979）。这大大不同于西利托（Sillitoe）对沃拉人（Wola）（巴布亚新几内亚高地南部的烧垦农业人群）的研究，他得到的铁器和石器的效率比为1.4：1（Sillitoe，1979）。尽管在效率差异方面不一样，所有与土著石斧使用对比研究都表明，铁斧的确比石斧有效得多。

亚马逊这一案例详尽可信，为我们提供了合适的模式。而且这个地区的许多土著工具和考古材料相似。但是有些情况却并非如此：世界上其他地区的石器工匠有时候采用打制法而非琢制法来粗加工毛坯，新几内亚岛高地东部边缘地区的安加人（Anga）就采用这种方法（Sillitoe 1998: 115）。打磨和抛光的磨痕以及这些活动的先后顺序也有所不同。我推测，考古出土的磨制管状饰物、其他装饰品、碗等磨制标本的制作过程，大致与现有民族学材料中磨制石斧和石锛相似。

碾磨石器

多数有机物或软质非有机物都可以通过简单的工具加以碾磨和捣碎，而且此类活动常常反复发生。由于这一过程通常需要两块石

头相互作用，因此这些工具经常成对使用。最常见的成对工具包括一个放置在地上或桌子上的大而稳固的基石和手握的一块较小的可活动石头。它们的名称因位置而异：固定的石头被称为磨石（millstone）、鞍形磨（saddle-quern），在新大陆的许多地方叫做磨盘（metate）；手握的小石头称为手持碾磨石（handstone）或上磨石（mano）（图 3.23）。碾磨石下部靠在磨石上做前后运动或旋转运动，这组工具被用来碾磨淀粉质食物，例如玉米或谷物；或是碾磨皮革以去掉内部组织；或是碾磨非有机物碎块作为陶器原料，例如石头或残旧陶器；抑或碾磨矿物作为颜料（Nelson and Lippmeier 1993）。

用火成岩和变质岩制成的碾磨石和其他器物，其表面一般被打琢成凹形，如图 3.24。遗址中发现的具有此类使用痕迹的石制品，代表着大量的营生行为和经济实践。最普遍的解释是，它们被用来裂剥坚果——因此也称它们为坚果石（nutting stone）。由于缺少实验和民族学信息，这种解释虽然合理，但仍属假设。

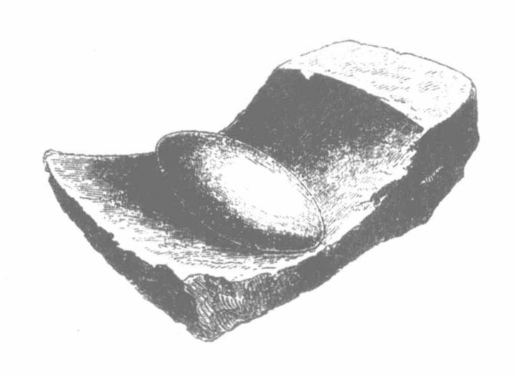


图 3.23 英国霍利黑德（Holyhead）遗址出土的碾磨石（Evans 1897：Fig. 170）

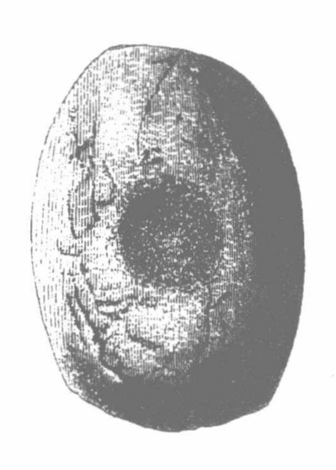


图 3.24　英国布里德灵顿（Bridlington）出土的石英卵石，用作碾磨石，琢制出一个深坑（Evans 1897：Fig. 164）

另一组加工工具是臼和杵。臼（mortar）是一个凹形容器，把被加工材料放在里面，用杵（pestle）（圆柱形敲击工具）来捣碎。臼的典型特征是凹陷度，可浅可深。可能石臼的凹陷度最初只是自然凹面或是在使用前被打琢凹陷下去的。凹陷度往往随着使用程度越来越大，有些甚至和人的手臂一样深。臼可以是分离的便携物体，也可以在基岩上凿制而成，称为基岩石臼（bedrock mortar）；当然也可以用其他材料制成（如木头）。

施耐德将这些石臼分为"碗状"和"漏斗状"，后者包括一个有浅凹面的基石和附加的无底篮，篮子起容器壁的作用（Schneider 1966）。仅有极少关于石臼制作和使用的民族学材料，其一就是奥斯本（Osborne 1998）对石臼的复制实验。他花了 8 个小时将一块花岗岩板打琢出凹面——这对计算此类工具的制作时间、凹陷容积和做其他方面的探讨而言仅仅是个开始。

杵是圆柱形的敲击工具，用来捣碎臼里的东西。和臼一样，关于制作和使用杵的民族学资料少之又少，但是威尔克（Wilke）和金特罗（Quintero）曾经复制过一个安山岩质地的杵，先用打制剥片方法生产出雏形，然后琢制成形（Wilke and Quintero 1996）。他们的实验可以被用来了解制作技术、生产时间等。我们应该知道，尽管杵是圆柱形工具，但并非所有圆柱形工具都是杵。对于美国西南部出土的玄武岩圆柱形工具，坎普（Kamp 1995）做了多种行为测试，包括伐木和玉米脱壳等实验，她所得到的与史前标本最接近的使用痕迹来自于对泥罐的光滑化处理。

可能一些石器分析者受困于自己对石器的一种片面认识，以为既然石器在考古遗址中无所不在，它们一定是解决各种需求的必选工具。持续的实验表明，对于完成某些任务来说，石质工具其实不如其他工具适合。在一个涉及欧洲新石器时代早期处理未脱壳的带颖小麦（单粒小麦、双粒小麦、斯佩尔特小麦）的最有效方法的实验中，莫伊雷尔斯—巴尔克（Meurers-Balke）和卢宁（Luning）比较了两种不同的工具——鞍形石磨和木臼——后发现，木质工具在一些方面是具有优势的（Meurers-Balke and Luning 1992）。

磨光石器分析

确认人工打磨修理

分析磨光石器的第一步就是鉴别磨光表面。不论是制作产生还是使用产生，这类器物表面的突出特点是平整，即表面上所有凸起部分的顶端都被缩减到同一平面。在许多实例中，这一特性可以通过视觉或触觉等感官方法来判断，因为多数磨光表面比周边部分更

光滑。这是一种很不精准的方法，因为后期氧化、河水冲刷、石料特征或其他因素都会产生光滑表面，且其与碾磨产生的磨光面在感官上的区别并不显著。低角度的光线常常可以放大某些因碾磨生成的特征，诸如擦痕。就此而言，想要寻找确凿的磨光面证据时，显微镜技术应该是我们的首选。

一旦确定碾磨行为的存在，那就必须确定它的缘起。由于磨制石器和碾磨石器形制上相近，所以这方面没有什么严格的标准，但是某些明显沟痕的方向常被作为证据。就是说，无论在制作情境还是使用情境中，动作往往具有目的性，无论是旋转地碾磨小麦还是单向磨锐石斧刃缘。有些研究工作是通过分析翻修这些器具的石锤以及产生的碎屑来完成的，附栏 3.4 就来讨论一下这个问题。

附栏 3.4　磨石的翻修

磨石（milling stone）是用于碾磨的工具，它是利用两个互相摩擦的工具表面形态的差别来达到碾磨目的的。随着使用，工作面上的缝隙会被加工对象和自身脱落的物质充填。为了维持碾磨效率，石磨需要经常被翻修来清理缝隙，产生新的表面，这项工作一般通过用石锤琢制来完成。

加利福尼亚的石磨文化（Millingstone Horizon）遗址常常出土大量石锤，表明其中至少有一些是用于打磨翻修的工具。普里查德—帕克（Pritchard-Parker）和托里斯（Torres）曾进行过一系列的实验及盲测，来评估研究者是否可以根据分析石锤以及生产过程中产生的较大削片或废片来判断一个遗址中是否存

在石磨翻修现象（Pritchard-Parker and Torres 1998）。他们的成果为此后关于石磨翻修的研究提供了一个良好的基础。

一般的分类

通过观察，我们可以将一件工具归入磨制类或碾磨类，或者二者的结合类型。这些类型并非放之四海而皆准，而是具有地区特殊性的，应该放在器物所在地的“分类”体系中加以定义。如果该地区没有分类系统，或很少定义磨光石器类型，那你可以自己创建。

制作磨制石器的目的是产生一种具有特殊形状的器具，因此，形态指数对于分类最为重要。在一个类型中，根据特殊的形状特征或制作特征划分亚类型。例如，在伊利诺伊州中西部的类型学系统中（Odell 1996: Appendix A，pp. 385-390），磨制石斧被定义为“斜刃对称，具有两个平面或凸面”的器物。亚类型中的凿和长刃斧，都是根据式样特征定义的；四分之三有槽斧和完全有槽斧，则是根据装柄部位的修理来定义的。

与此相反，碾磨石器的使命则与上述不同，其整个概念都围绕着对其他物质的加工。因此，工具式样就没有碾磨表面的特点那么重要。这些工具的特定类型包含了功能性，更强调加工表面的形状。因此，上磨石（mano）就是以加工面而被定义为工具的。亚类型可以根据碾磨面的多少来划分为一个碾磨面或多个碾磨面（如双面磨石），或特殊种类的使用形变，如有坑痕（pitting）或破损（battering）。举个例子，一件磨石可能属于“单面、多坑痕、边缘破损”亚类型。在制作特殊式样的碾磨石器的地区，以上这些标准对于建立类型学系统非常有用。

伊利诺伊类型学系统包含 30 个以上的磨光石器类型，包括诸如标石（bannerstone）[1]、研磨石、石珠饰和领饰。但是，对多数的史前组合而言，这些类型中的大多数从未出现过。我借用伊利诺伊系统是因为我的使用习惯，而且它适用于中纬度地区的典型的磨光石器类型学体系。此处的应用只是出于举例说明的目的，每一个地区都应该拥有自己的石制品类型学系统。

描述和分析

在开始真正的分析之前，最好是在分类之前，应该搞清楚的一点就是，这个组合应包含尽可能多的完整标本。如果研究者在一个遗址中发现了大量从大块的石头上破碎下来的断块碎片的话，那肯定是非常不爽的。但其实一些遗址中的断片碎块是可以拼合的。事实上，居址中的大型磨光石器被有意识地分成小块的现象的确存在。莱斯利沃尔（Lasley Vore）遗址就有这种情况，这是一处位于俄克拉何马州的史前威奇托（Wichita）居址，时代大致处于 1719 ～ 1750 年左右，即从土著最初与欧洲人接触到土著部落撤离（Odell 2002）。遗址的一个灰坑中包含有分属于至少三个大型石磨盘的碎块。

上文讨论的分类体系反映出了磨光石器类型的存在和频率。就某些类型的研究而言，这已经足够详细了，但通常我们必须将对单件石制品的描述和分析写入考古报告中。在这种情况下，研究者就需要提供大致的形状、原料特点，以及任何特殊特征或异常现象的信息。我们可以使用游标卡尺或卷尺来测量长、宽、厚等参数。石

1 标石（Bannerstone），北美史前磨制石器类型，中间有孔或凹槽，两侧有对称刃口，推测为装柄工具。——译者注

磨盘的碾磨表面一般是凹陷的，可以采用将直尺搭置在两个边缘上，然后用尺子测量最凹一点的方法来取得凹陷深度。上磨石、研磨石、石锤、琢石或其他圆形、块状工具的弯曲度都可以借助卷尺等来测量（参见 Schneider 1996 中的说明）。

深入的分析通常要求追踪器具表面的制作/使用痕迹。被塑造成特殊形状的磨光石器，通常带有琢制或剥片的生产痕迹，破损一般要比使用磨痕明显。这种生产痕迹对于分辨特殊制作方法十分有用，偶尔也能分辨制作阶段。

附栏 3.5 碾磨效率、强度、使用寿命

干旱地区的新石器时代环境对使用型磨光石器的需求很大，例如黎凡特和美国西南部。这些地区的考古学家已经了解到许多磨光石器类型和人类行为概念。例如，亚当斯（Adams 1993）曾热衷于考察北美西南部定居程度相对较高的社群使用碾磨器的效率和强度。通过检测盆、槽、扁平石磨盘/石磨棒，她发现工作效率与使用者的疲劳程度及碾磨表面的面积有关。随着工作时间的增加，碾磨强度也随之增长，这种需求会导致对扁平石磨盘/石磨棒使用的增加，这也是一种降低使用者劳动强度和增加碾磨面积的策略。

哈德等（Hard et al. 1996）曾对碾磨面积进行过研究，他们注意到，石磨盘/石磨棒的碾磨表面在几千年的觅食经济中一直保持统一尺寸，由于玉米的出现，尺寸才突然变得很大。通过植物大化石和粪化石标本及稳定碳同位素分析，研究者证明用于碾磨的整体面积与对玉米的依赖度之间存在正比例关系。虽

然各地区向玉米经济的转化时间不同，但是这个过程在美国整个西南部地区曾普遍出现。举例来说，亚利桑那州南部居民直到公元前500年还依赖玉米生存。另外，莫里斯（Morris 1990）的研究表明，大型的双手石磨棒代替单手石磨棒这一过程与玉米经济和定居生活的普及有关。

近年来，一直尽显优势的功能性石器分析模式受到了学者们的审视，一些缺漏也逐渐显现出来。例如斯通（Stone 1994）指出，传统观点认为，以盆形石磨盘和小研磨石为主的工具组合应该是用于种子研磨，而石槽或板状磨石和长条石磨棒为主的组合则是以研磨玉米为功能目的。但事实与此相反，她指出，由于搬运成本，非本地起源的石磨盘/研磨石具有个体更小、使用强度更大、加工得更定型的趋势，与具体的加工对象种类并无直接关联。换句话说，原料对传统的效率模式有重大影响，以至于这些模式都应以此被重新审视。

然而赖特（Wright 1993）的研究并未关注碾磨表面的尺寸、形状或性质，而是关注模拟槽形石磨盘/双手石磨棒的使用工作时间和工具材料损耗。根据这些数据，她能够计算出磨损速率，并最终估算工具的使用寿命。这些估算对于评估史前食物加工的种类和数量非常重要。

有时，低角度光线和放大镜就可以帮助研究使用性磨光。事实上，有时如果标本太大，不能放在显微镜下，放大镜就成了我们唯一的选择。如前所述，表面擦痕对于确定加工动作的方向最有帮助。至于磨光石器的光泽，尽管进展不大，但目前认为可以指示某

些特殊的加工对象（Hamon 2003）。磨光石器的石料，如石英岩、花岗岩、安山岩等，它们的质地不同于燧石，而且一般认为它们的使用光泽特征也不同。在这方面，还没有一个研究者进行过充足的研究来准确判定任一种类原料的使用光泽。此外，碾磨表面常常是不连贯的，事实上它们有时候会被琢制来增加表面摩擦力，提高工具效力。不管什么样的使用光泽被保存下来，由于琢制只是被施加在粗糙表面的凸起处，就使得光泽在表面上被分割从而变得不连续，很难得到解释。

如果以上所讨论的变量在一个地区的许多考古遗址中都被记录下来，那么就可以用来解决人类聚落和营生方式等更宏观的问题。分析磨光石器有助于了解相关活动中的技术和文化过程。附栏 3.5 已经有所解释，使用石磨盘 / 石磨棒碾磨玉米是一项费时费力的工作。掌握提高效率或增加食物加工数量的所有要素，对于了解该技术对当时社会的影响极其重要。

一旦了解了这些技术性问题，就可以进一步解读人类行为并重建文化史。这样的重建将有利于了解磨光石器技术和环境因素（包括资源可获性等）之间的关系。附栏 3.6 将深入探讨这一关系。分析磨光石器应从辨认磨光表面入手，进而了解区域史前史（图 3.25）。

附栏 3.6　磨光石器与资源压力

载明史前食物、皮革和非有机物的加工，对于理解史前人群从事的各项活动非常重要。但是通常来说，这种信息还可以为了解某些采用这种工具的人群所面临的环境提供一些线索。例如，在所有黎凡特地区的纳吐夫文化中，都存在人口增

长、移动减少、开拓地域缩小的情况，纳吐夫人群毫无疑问地经受着资源缩减与生活需求逐渐增大而产生的压力。人群变成广谱采食者，开始利用从前不用的或少量利用的资源。这种资源即种子，需要采用磨石等器具进行加工。事实上，赖特（Wright 1994）发现碾磨工具的出现与大量消费种子的营地之间存在紧密关系。在这种情况下，研究磨光石器有助于了解植物加工中劳动力强度自早期纳吐夫以后的变化趋势。

类似的情况也存在于澳大利亚东南部，研究者发掘坎地湖（Cuddie Springs）遗址，出土了3万年前的碾磨石器（Fullagar and Field 1997）。对这些石器的使用痕迹分析证明，使用破损与碾磨淀粉质、硅质植物或种子有关，植硅体研究表明了草类的存在。在澳大利亚，种子碾磨与干旱地区土著的人行为密切相关。我们知道，该地区在大约3万年前进入干旱时期，这种形势导致人类扩大了自身的食谱范围，增大对种子等低级资源的利用，同时减少了对高级大型哺乳动物的捕捉。碾磨石器的使用和数量清楚显示了这一关系。

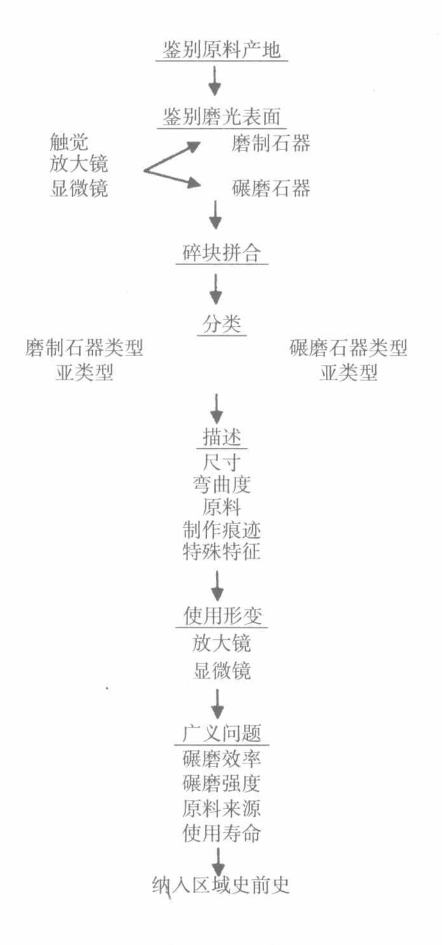


图 3.25　磨光石器分析步骤图

第四章 组合多样性

在第三章中，我们讨论了岩石破裂过程中相关的作用力，探讨了石器打制过程中的几个重要环节，以及这些打制过程中产生的典型石制品的特征，可以说，第三章所介绍的内容是一切石器分析的基础。然而，对于石器研究者来说，“敌人”并非单枪匹马，而是一个整编的团队，就是说，考古学家找到的往往是相互关联的大量石制品。当然，也只有石制品大量出现，我们才敢在第一时间断定它们是古人类遗留下来的遗迹。虽然弄清每件标本的含义很重要，但这并不是最关键的，我们的终极目标是，将人工制品组合看成一个整体，并捕获这些人工制品之间的重要关系。本章旨在讨论用于研究石器整体的基本方法。附栏 4.1 中将对一些基本名词做出定义。

附栏 4.1　概念

特征（attribute）可观察并可描述的特点。除此以外，它也可以用于描述被称为“变量”的更详细的本质属性。例如，台

面修理（striking platform modification）这个变量可以具有单面（uniplanar）、磨蚀（abraded）、片疤（faceted）等特征。

分类（classification） 材料的逻辑性组织，通常运用特定标准将涵盖的标本分成较小的子类。器物的“类型”即是一种分类系统，但不是所有分类系统都等同于将材料分为不同类型。

轨迹（trajectory） 特定文化群体的石器制造者所采用的特定生产系统。

类型（type） 一组石制品中出现一些拥有相同特征的个体，这些个体被称为一个“类型”。类型可以根据形态、风格、技术、功能或其他参数来定义。

类型学（typology） 针对一类材料的一系列区域性类型。

变量（variable） 统计学用语，是包含了特定子集特征的性状，可以是离散型的单字（名词）、序数、区间或比率。

让我们假设，面前等待研究的石制品组合中的每件石制品都是相互关联的，即埋藏环境、扰动以及搬运问题（Schiffer 1976）已经初步调查清楚，不存在疑问了。否则，你面对的就不是一个传统意义上的组合，你就必须严肃地评估这批标本的完整性。

当标本被漫不经心地摊在桌子上时，大多数的石器组合会表现出一系列混乱的形态差异。尽管发掘出土物中多数是石片，单凭形状是不能获得所需信息的。为了解读它们所传达的信息，必须对每件标本进行单独思考，或者必须选择能够代表整个组合的样本来分析。大多数标本在较高的预期目标下会显得像废物，而另外一些则看起来像是古人有计划的生产策略的产物。看到北美古代期漂亮的飞镖尖状器或

旧石器时代晚期的琢背石叶，你会感觉那才是整个石器工业中有意识加工的产品，而其余劣等的石片和碎片只是这个过程的副产品罢了。现在立刻否定自己这种武断的想法吧，因为你很可能走向了误区。

寻找信息载体

毫无疑问，史前工匠在制作某些特定类型工具时，头脑中有着特殊目标，或是概念型样板，这是斯波尔丁（Spaulding 1953，1954）在与福特（Ford 1954a、b）争论关于人工制品分类的时候提出的观点。但事实上这个观点并不全面，民族学研究（White 1967; Gould et al. 1971; Hayden 1977）和石器使用痕迹分析（Wylie 1975; Odell 1981b; Lewenstein 1987; Yerkes 1987: 128-129）已经反复证明，在多数技术不很发达的人群的居址中，石制工具被用于多种工作，而且这些工具涉及多种式样和工艺，其中就包括了未经加工的“废品”。所以，仅仅根据少量典型工具类型的制作来认识一个石器组合是不正确的。一个石器组合中蕴含了许多谜题，这些谜题只能通过适宜的分析方法才能得到答案。

因此，一个石器组合的所有部分都蕴含着信息，我们不应该忽略任何部分。但与此同时，某些标本或特征比其他同类蕴含更多的信息，所以，对于最基本的分析来说，从标本中找出这些能够给我们最大回报的部分是非常有意义的。本阶段最基本的问题就是：

问题 11： 石器的哪些特征对于了解石器组合的基本信息最有用？

这个问题的答案取决于（至少部分取决于）你想知道什么。幸

运的是，在这个分析阶段，大多数考古学家都对一些类似的基本问题感兴趣，例如，这些工具看起来像什么？如何制作？工具使用者从哪里得到原料？他们用这些工具做什么？问题多种多样，而且需要不同的数据才能回答。

为了便于理解，我们将这些基本问题分解为四大块：原料、技术、形状与功能。每个组成部分都可以被看成一个蕴含不同等级信息的载体，而且也可以代表整体的复杂性。由于数据和问题固有的内在多样性，我们不能奢望只用一个分析系统就给出足够的答案，例如单一的类型学分析（本章后面要介绍的一种分类方法）。相反地，我们应该把这些载体看成在更高层次上彼此关联的各项信息。图 4.1 简单地反映了这个问题。在图中，每个基本信息载体至少被分为两个亚领域，随后都将被讨论到。亚领域的变异可能是连续的或离散的，这取决于其中变量的性质和所需信息的种类。

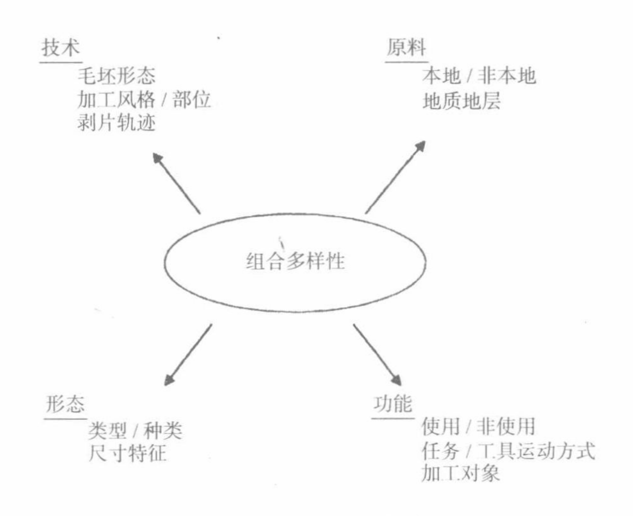


图 4.1　石器组合多样性的基本载体

原料

每件石制品的原料都是与生俱来的，它有助于描述一个石制品组合的特征。有关石制品来源的知识可被应用于不同层面。在区分本地石料或外来石料这个层面，它可以指示贸易或交换关系，或者季节性游牧的程度。在更精确的层面，这种信息可以被用来重建史前狩猎采集群的季节性循环，或人群居住地、途经地的性质。描述和分析石制品的方法已经在第二章中讨论过了。

技术学：基本划分

技术学涉及石器的制作，而且以第三章所介绍的破裂机理为前提。分析石器制作可以从几个层面入手，不过，最基本的问题是：这个组合中的石器是如何被制作的？

在石器分析的最初阶段，从石制品中挑选出那些更具创造力或包含更多文化投入的标本是很重要的。例如，古人类投入大量精力制作一件精致的投掷尖状器，相比之下，制作过程中产生的一件非加工石片就微不足道了。在同一个概念或行为层面将这两件东西相提并论是非常荒谬的。

能够用来简单判断一个打制石器组合所包含的能量或功夫投入的现象就是二次修理或加工的痕迹。第三章详细讨论了辨别有意识加工的标准，因为在分析组合的时候，区分出具备有意识加工特征的标本非常关键。重要的是，用于定义“加工”的标准不包括其他相似的破损形式，例如史前的使用痕迹或外部因素造成的痕迹，诸如发掘、实验室处理、农耕行为等。虽然关于这个问题还有一些争论，但我强烈主张，如果分析者认可无意识“加工”或使用破损也属于一种“加工”，而且对于各种破损不加区分，那么他将面临无

法识别代表性标本的风险。赋予标准内涵太大的回旋余地可能导致整个框架失去意义。

对磨制和琢制粗化石器与打制石器的修整是完全不同的。前者的主要加工方式是琢磨，而非机械性剥片。如第三章所述，石制品表面的琢磨痕迹既可能源自人工修理，也可能源自后期使用，二者都可以被用于识别磨制工具。在基于加工技术的分析系统中引入“使用磨痕”这个概念会有些不协调，但这一做法使得我们可以很快识别出具有人类行为意义的重要标本。

带有加工特征的打制石器和带有使用或修理磨痕的磨制石器构成了组合中一个特别的群体。许多考古学家称之为“工具”。然而，在我看来，这个术语功能性过强，因为在这个阶段尚无法确定它们曾经被使用。一个偏见略少的名词是“器型类”（type collection），指每件标本都在类型变异系统中拥有一个名称，而且也不预设其用途。我也并不是完全倾心于这个名词，例如，“有石皮石片”是一种技术类型，石片本身并没有被加工，于是它被排除在器型类之外。这个术语是从传统的欧洲博尔德类型学中延续下来的，这一体系没有将废片纳入类型学系统。然而，由于我暂时找不到比“器型类”更好的表述方式，所以本书将继续使用这个词，希望读者们将来找到更精确的术语。

技术学：轨迹辨别

技术信息中最基本和最有用的一点是石核与剥落的石片之间的关系。石核的存在可以是为了剥取权宜石片，也可以是为了剥取诸如勒瓦娄哇石片和石叶等特殊石片。石核本身也不能被忽略，因为它极有可能被制作成特殊形状的器物，如两面器。特定文化群中石器制作者遵循的特殊生产系统被称为“轨迹”（trajectory）。描述技

术轨迹十分重要，足以形成另一个研究问题：

问题 12：如何确定古代石器制造者的基本技术轨迹？

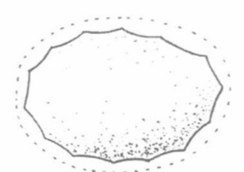
不管毛坯是石片、石叶、岩块或是两面器，记录每种器型类的毛坯形态（blank form）可以使我们在确定技术轨迹方面获得初步认识。尽管这不是什么博大精深的研究，但是它们仍然提供了一些用于进一步分析完善的基本信息。下面让我们逐一审视每种基本的技术轨迹。

石片轨迹

通常，石片轨迹相对简单，除非我们面对的是像勒瓦娄哇技术体系那样的预制石核（Bordaz 1970: ch. 4；Boeda 1986; van Peer 1992）。在这个欧洲旧石器时代中期的技术体系中，生产一件可用的石片石器的程序包括对石块边缘修整，对石核表面[1]的塑形，在石核一端形成一个打击台面，以及剥取形状由预制石核表面形态决定的勒瓦娄哇石片（图 4.2）。在处理某个旧石器时代中期组合的时候，我们必须熟悉勒瓦娄哇石核与石片以及预制石核所产生的石片的种类范围。

对于不太特殊的石片组合来说，确定石片生产性质的首要步骤是将石核分为大的形态类别，如锥状、柱状、板状和盘状石核（或放射状石核）。然后就可以进一步研究单个石核来了解剥片顺序，提供更多的技术证据。让—弗朗索瓦·帕斯蒂（Jean-François Pasty）最近建立了示意从一般矩形石块上剥离石片的可能性的模

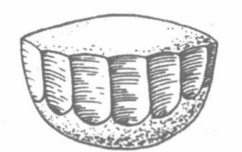
1 指相对平的一面，一般称为工作面或剥片面。——译者注



阶段一：修整石核周边



阶段三：形成打击台面



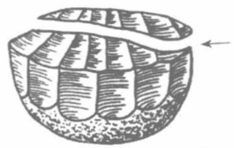
边缘被修整的石核侧面观



石核上面观（台面，右侧）



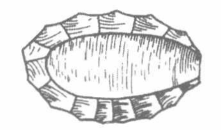
阶段二：修整顶部



最后阶段：从石核上剥面



被完全修整的石核侧面观



石核上面观（剥面后）

图 4.2　勒瓦娄哇技术示意图。该技术为西欧旧石器时代中期采用的一种特殊的预制石核剥片技术（Bordaz 1970：Fig.12）

型（图 4.3）（Pasty 2001）。他将这一模型运用到对法国旧石器时代中期纳西尼（Nassigny）遗址石核上的片疤所揭示的剥片的定向性的研究上（图 4.4）。

证明石片剥离程序的另一个途径是石片拼合（piece refitting）。这是一个苦差事——成百上千件石制品被摆在实验台上等待拼合。如果大多数共存石制品出现在遗址中并被发现，可拼合标本也足够多，那这个过程就可以展现整个的石片剥离程序以及确切的技术策

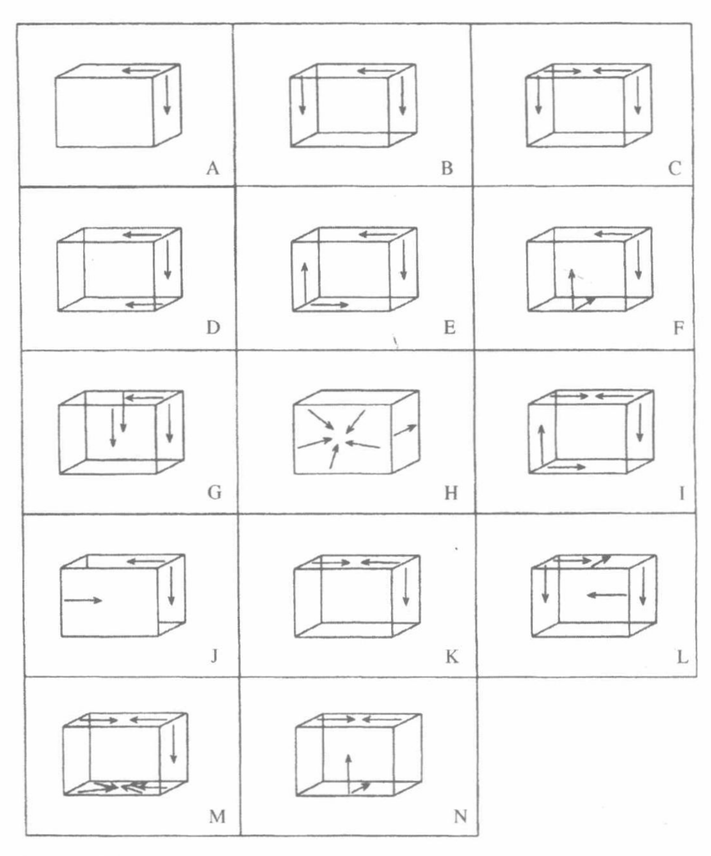


图 4.3　从矩形石块上剥离石片的可能性示意模型（Pasty 2001：Fig. 2）

略（Hofman 1981; Czeisla et al. 1990; Morrow 1996b）。

如果拼合不成功，那我们可以尝试运用“最小石料单元（MAN）分析”，这种方法对于具有多处原料产地，且不同产地的原料都具有差异性表象的地区很有用。在这种情况下，即使石片不能被拼合，但它们有理由被断定来自于同一个石核（Kelly 1985; Larson 1994; Larson and Kornfeld 1997）。这种方法达到的效果与拼

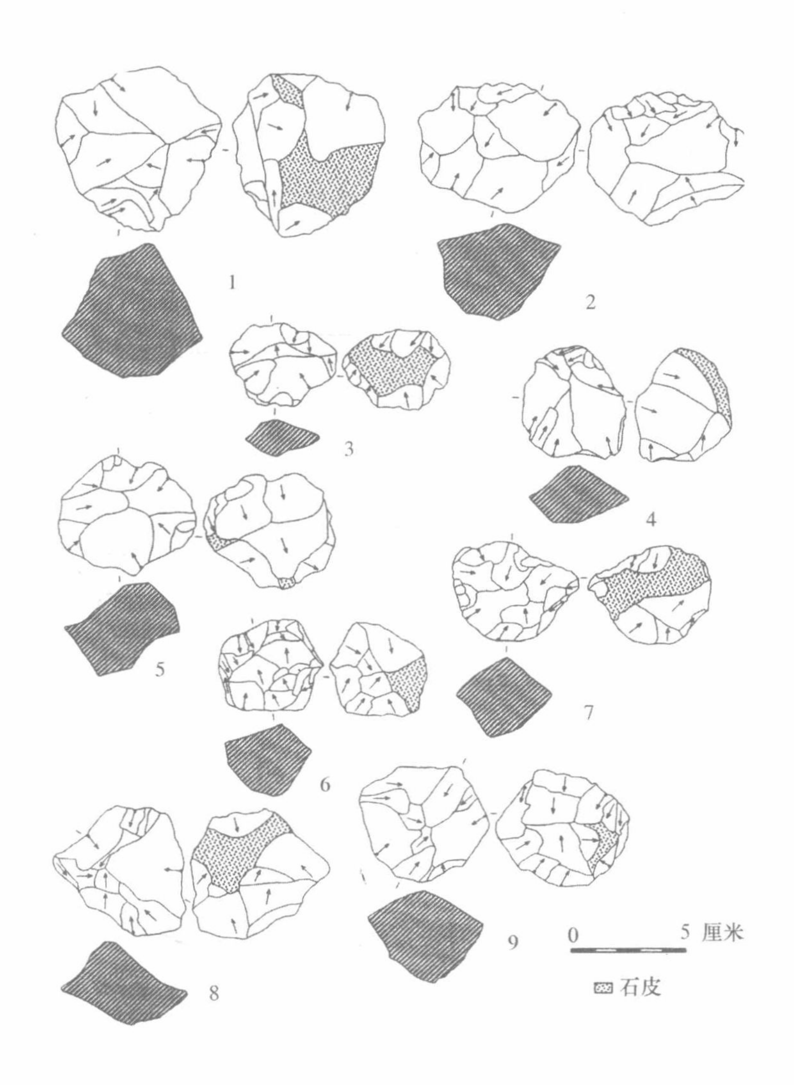


图 4.4　法国纳西尼遗址出土盘状石核的剥片顺序（Pasty 2001：Fig.5）

合分析相似，能够提供石制品产地和少量的生产轨迹信息。

石叶轨迹

石叶生产受到一种不同于普通石片生产过程的影响，需要石器打制者拥有一套不同的生产技术知识。举例来说，由燧石石块制成石叶石核，需要形成一个打击台面，以及从台面延伸到尾端的一条突出的直线形侧脊。第一片石叶或称鸡冠状石叶（lame à crête），就是利用这条脊来控制它的形态和终点的。第一片石叶被剥离后，接下来就可以从石叶疤的任何一侧剥落更多石叶，并始终围绕台面进行有规律的放射状剥片（Bordaz 1970: ch. 5；Tixier 1984; 参见图 4.5）。

这并不是唯一被认可的石叶生产程序，但却是最常见的。附栏 4.2 中描述了这种技术与日本旧石器时代两种细石叶生产方式的对比。和石片一样，石叶是各式各样工具的毛坯。任何要素（石核、石核预制石片、石叶和石叶石器）都能够指示石叶技术的存在及其性质，我们应该多加注意。

附栏 4.2　日本细石叶

细石叶（microblade），是小而狭长的石片，平均宽度约为 5 毫米。在日本群岛从旧石器时代晚期到全新世早期的石器组合中都有发现，被认为用于镶嵌在复合工具的边缘。它们的制作之所以引起我们的兴趣，是因为它不同于从锥状和圆柱状石核上产生的大石叶，这两种石核及剥片产品在其他章节已有所介绍。

基于对这一时期石核和副产品的研究，小林达雄（Kobayashi 1970）提出存在两种单独的细石叶生产技术（图

4.6)。在 A 系统中，岩块被两面加工成为一个卵形毛坯。从石核的一端剥取一个或多个狭长的“雪橇形削片”（ski spalls），最后形成一个平坦台面，用来从石核侧面剥取细石叶。某些雪橇形削片的末端表现出雕刻工具的特征，可能是这个程序的预设产

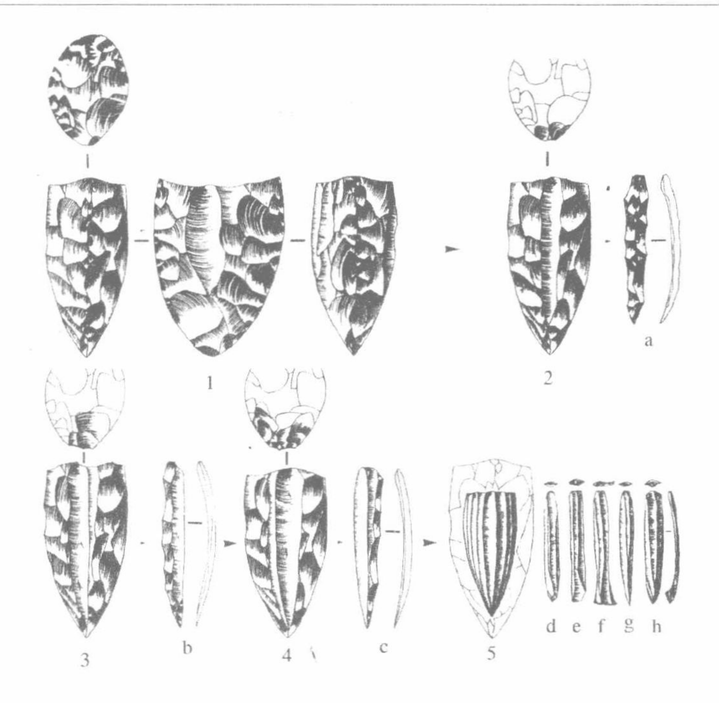


图 4.5　卡普萨石叶[1]（Capsian blade）剥片示意图（Tixier 1984：Fig. 5）
1. 形成主要台面和侧脊；2. 从侧脊剥取第一片石叶；3、4. 带有背面预制证据的初级石叶；5. 二级石叶及石核形态的发展

1　卡普萨石叶，即卡普萨文化（Capsian Culture）中的一类石叶。卡普萨文化是北非和南欧旧石器时代晚期之后的一种文化类型，以突尼斯西部加夫萨（ Gafsa ）发现的燧石工具为其代表，Capsa 是 Gafsa 的古名。——译者注

品。在B系统中，为获得一个平面，岩石被纵向打破。这个平面经过塑形形成一个比较好的打击台面，然后从石核的一面剥取石叶。

尽管这两种技术产生的细石叶非常相似，但A系统细石叶比B系统细石叶略小、略厚。技术的差别表明它们具有不同的起源，可能制作目的也不同，即它们的最终产品具有不同的功能范畴。如果考古学家们将所有这些技术归结为一般的“细石叶生产技术”，而不进行技术层面的分辨，那我们将失去关于族群、功能以及许多其他问题的信息（Parry 1994: 89）。

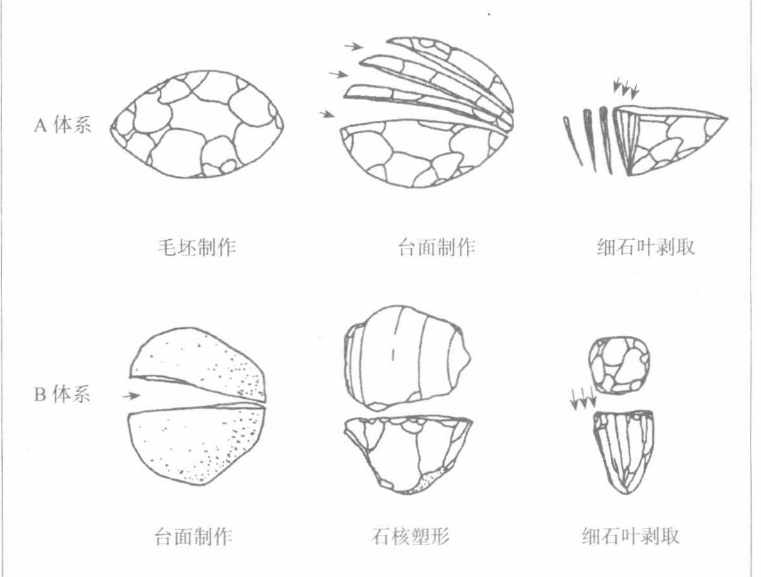


图 4.6　日本旧石器时代晚期生产燧石细石叶的两个体系（Kobayashi 1970：Fig. 2）

两面器轨迹

两面器相对的两面都经过有意识的剥片，而且剥片通常是按照特殊的顺序进行的。一些工具经历了完整的制作过程，另一些则在某个阶段因为折断或某种特殊用途而中止。因此，它有助于深入了解你所研究的石器组合中两面器的毛坯和预制阶段。例如，布鲁斯·布拉德利（Bruce Bradley）通过实验获得了关于处于不同阶段之间过渡类型的良好材料，因此提出了对北非古穆—萨纳（Gumu-sana）洞穴中石器组合的技术性解释，如图 4.7 示意（Bradley 1975）。

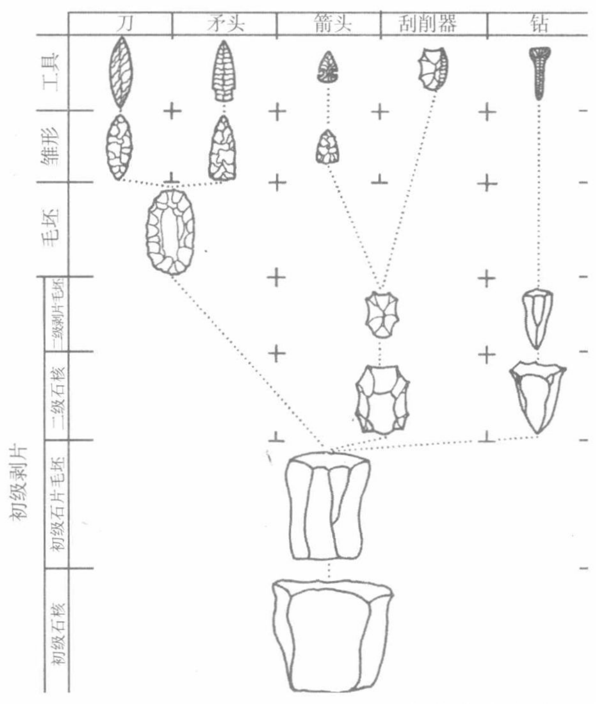


图 4.7　北非古穆—萨纳（Gumu-sana）遗址石制品组合的基本剥片顺序（Bradley 1975：Fig. 1）

如果你研究的石器组合中含有一定数量的磨制和琢制粗化石器，那你必须也要判断它们的技术特性。最简单地就是将它们划分为加工型或使用型标本。加工型制品可能包括完全靠琢制成形的大锤，或先被打制成形，再被打磨或抛光形成最终式样的石斧。使用型标本可能包括具有大的磨光面的石磨棒、石磨盘；或是带有琢痕的坚果石（nutting stone）；或是为磨锐骨器而形成凹槽的砂岩磨石。其中一些工具也可能经过有意识的琢制或碾磨整形。

石器制作轨迹建模

认识各种石器制作轨迹并记录制作特殊工具的毛坯类型可以帮助我们描述一个石器组合。图 4.8 是一张流程图，对“石器制作轨迹建模”（Reduction Trajectory Modeling）做了示意。这个简图包括三种打制石器的轨迹：石片、两面器和碎块。在含有石叶的组合中，则应该加入专门的石叶轨迹。因为它的内部分类和石片轨迹大体相似，所以在这个示意图中被省略了。

轨迹模型遵循了一件器物（经过修整的或未经过修整的）从毛坯到被丢弃的全过程。起始点为石片的标本都被放入石片轨迹中。它可能一直未被加工修理，也可能在废弃之前被加工过，这个过程会将它变成修理石片或与石片石器相关的另一种类型。经过修理的“非整形器物”不仅包括一般的修理石片，还包括裂片（pièce esquillée）、楔形石片（wedge flake）和其他经过些微改变的石片。“成形器物”是边缘或表面经过修理，并且可以被纳入分类体系的诸多类型之中的，本章稍后将会介绍。

如果一件石制品的毛坯没有显示出石片的特征，而且它也并没有被改造到与原来形状迥异的程度，那它就应该属于碎块轨迹（Blocky Fragment Trajectory）。这种情况下，毛坯最初是一个断块（chunk），

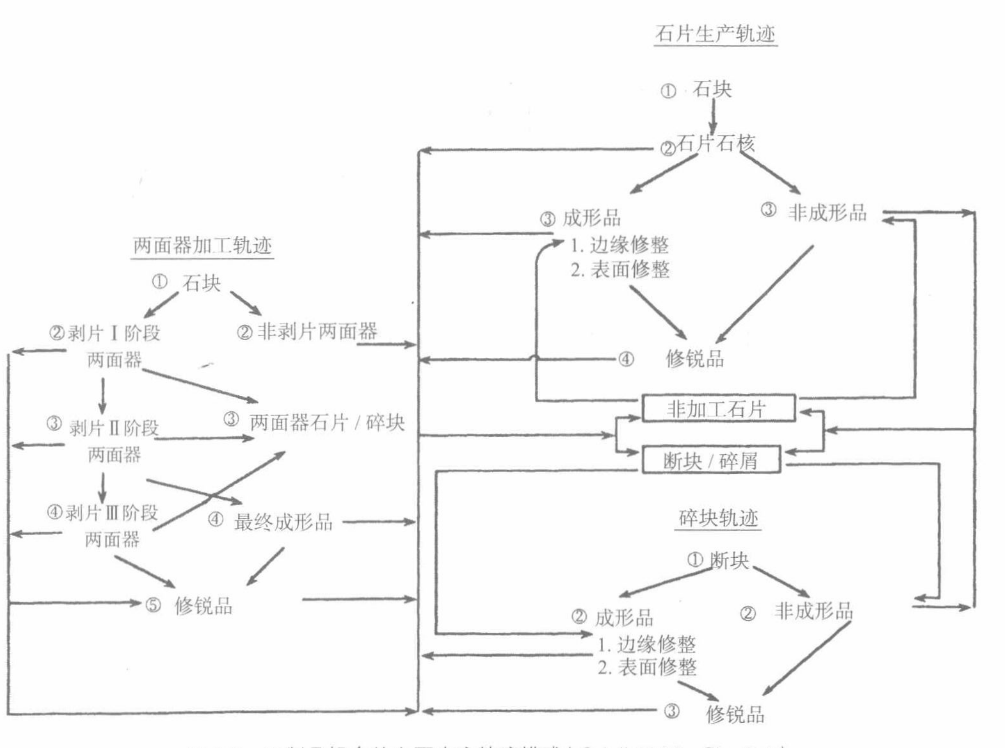


图 4.8 石制品组合的主要生产轨迹模式（Odell 1996：Fig. 3.4）

但是从那个阶段开始，它的技术路线可能与石片轨迹非常相似。

两面器轨迹中的石制品最初可能是砾石、石片或碎块，但是我们最后得到的标本外形基本不能提供足够的线索来确定它们的原始毛坯形态。如果石制品曾经经过剧烈地两面修理，无论能否确定它最初是石片还是碎块，都把它划分为两面器轨迹的产品。生产一件成形两面器是个复杂的过程，模型中的三个剥片阶段证明了这一点。这个模型是从卡拉汉（Callahan 1979）的 2 ～ 4 阶段借鉴而来的（他的第一阶段是原料采备）。下面的概念都直接源于卡拉汉，并被奥德尔重新叙述（Odell 1996: 380）：

第 1 阶段：最初修边，相对不连贯的片疤使边缘侧面观呈曲折状。此时两面器本身比较厚（宽是厚的 2 倍）。

第 2 阶段：初级修薄，消除主要的突出部分和不规则部分，边缘变得比较居中，侧面看上去不十分曲折。剥片通常不渗透到被加工体的中央，但是修薄将刃角严格控制在 40° ～ 60°，宽是厚的 3 ～ 4 倍。

第 3 阶段：二次修薄，继续之前的步骤。修疤逐渐聚合在一起，边缘变得平直，刃角集中在 25° ～ 45°。石制品变得非常薄，宽厚比一般超过 4∶1。以塑形目的的剥片通常穿过被加工体中央，并打破从相对边缘过来的片疤。

并非所有经过两面加工的石制品在一开始就被设计加工成像投掷尖状器、两面石刀或钻形器这样的终端产品。相反，最初的毛坯可能因为太小或太不规整而不能经历整个轨迹，因此成为未经深层修制的两面器（non-reduction biface）。它的侵入式修理不一定覆盖所有边缘，常常只有一个或两个边缘修理较多，其余边缘基本不修理。

尽管许多两面器的特定剥片阶段可以通过这里概括的模型来确

定，但是有一些两面器因为太小或未完成，而不能被准确定位。它们可能是残断的两面器的碎块，也可能是在台面或背面上保留了原先的两面器母体的相当一部分（一般是剥片失误）的大石片——将它们区分开来可能有助于研究。其中一些标本记录了制作末期的情况，有些能提供许多重要信息。在模型中，这种标本被称为“两面器碎片”（biface fragment）或“两面器石片”（biface flake）。

一些两面器被制成很薄的切割工具或刮削工具，却没有被进一步修理成其他形状。这就是一般意义上的“制作第三阶段”两面器。其他像投掷尖状器、钻形器、雕刻器和刮削器等石制品，都是被修理成特定形状的工具［“定型器”（finely shaped object）］。

石器制作模型可以为描述打制石制品组合中经加工的部分以及最终进行组合对比提供有用的框架。检测这个模型对特定组合的适用性非常必要。对此我选择伊利诺伊州中西部伍德兰中期（Middle Woodland）的斯米灵丹（Smiling Dan）遗址进行这种尝试（图 4.9）。斯米灵丹遗址的石器制造者采用了石器制作模型中的石叶技术。在这个实例中，评判适用性的主要关注点是原始模型中的普遍概念能否被具体化。在斯米灵丹案例中，存在四个轨迹，各自有特定的类型。这种模型只能量化处理经过修理的标本——非加工石片或碎片会像磨光石器一样被分离开或用其他模型分析。

斯米灵丹遗址的两面器轨迹非常复杂。所有三个制作阶段以及几种未深层修制阶段的两面器都出现在伍德兰中期的打制石器组合中。少数未经深层修制的标本相对难以描述，另一些则被鉴定为裂片和楔形石片。尽管少数石锄和一件石锛被注意到，但是大多数处于中间制作阶段（第二阶段）的石制品不能被更细致地划分。另一方面，钻形器、刮削器、雕刻器，特别是投掷尖状器这类特殊形制

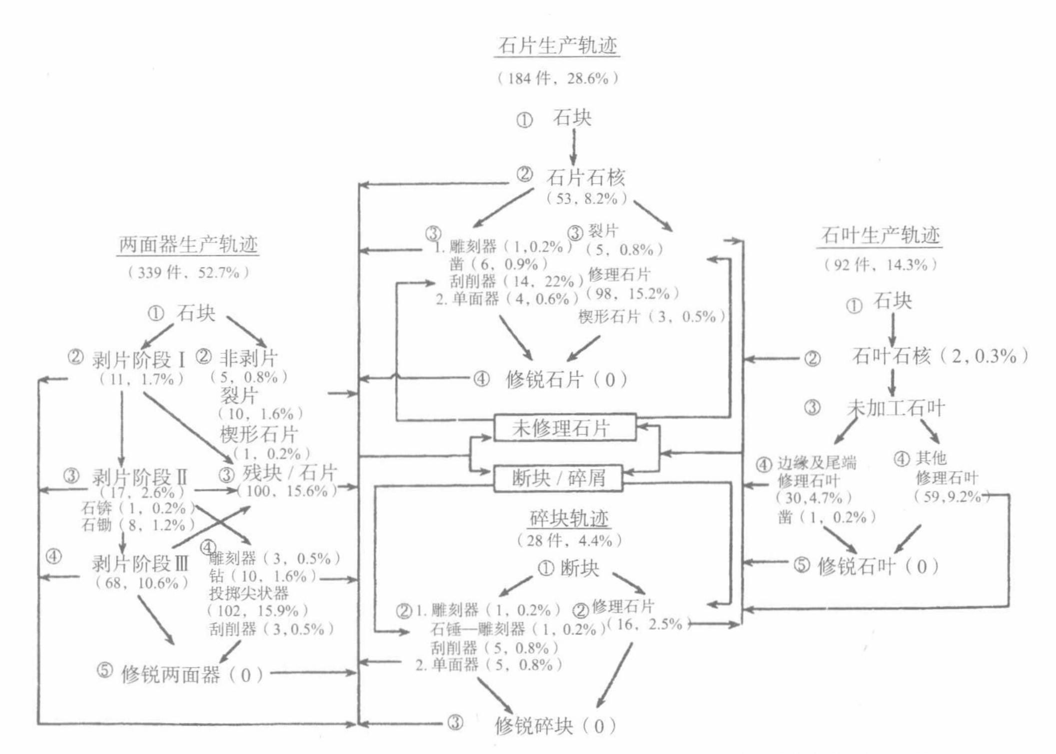


图 4.9 对斯米灵丹（Smiling Dan）石制品组合的剥片模式分析（Odell 1996：Fig. 9.2）

器类的数量超过了经历第三制作阶段的普通意义上的两面器。模型将两面器残块和两面器石片放在接近第二阶段的位置，但是这种处理主要是为了方便，两面器残块（目前为止二者中出现频率较高的标本）被如此定名完全是因为我们无法确定其特定的生产阶段。

经修理的石器，无论从属于石片、石叶和碎块哪种轨迹，都是以外形相似的原坯形态为起始点的，即块状体由断块制作，石片和石叶由石核产生。每个轨迹中原坯形态的相似意味着这三个轨迹可以产生相似的工具类型。在每个轨迹中，产品还可区分为塑形和非塑形品两个大类。斯米灵丹遗址中的塑形品包括雕刻器、刮削器、刻划工具和单面器，而非塑形品则包括裂片、修理石片、修理石叶及楔形石片。

石器制作轨迹建模是一种有效描述打制石器组合的方法，因为每种轨迹占有的比重在其中一目了然。稍加细致揣摩，我们就会发现组合中各个轨迹的类型学构成，以及那些在一般石器分析中常被忽略的要素（例如修理石片、楔形石片）。由于一次只能很好地描述一个组合，所以这种方法不常被用于组合对比。但是，轨迹模型通过图像和统计运算生成的表格，可以实现同其他标本或组合的对比。

形态学：形状描述

石制品形态学常被用于石制品之间的区分，提供以“类型”为形式的基本变量，例如对刮削器、投掷尖状器这两类器物的划分。器物的形态学特征通常很难被概括，有些描述系统曾尝试从器物本身的要素入手。使用的描述性术语有时参考了标准的几何学形状，但是这些体系往往比较主观，而且不容易被证实。约翰·帕金顿

(John Parkington) 对这个方法做了改良，在布满方格的屏幕上投射出标本轮廓，然后记录下标本轮廓与方格的交叉点 (Parkington 1967)。

量化特征也因此被运用。简单的形状量化就是长宽比率，或沿着长轴测量一系列宽度 (Roe 1964)。莫维斯等 (Movius et al. 1968) 还发明了一个研究旧石器时代晚期工具的更全面的分析方法，称为“特征分析”(attribute analysis)。该方法要求在同一类石制品中测量单个标本的若干尺寸，其结果应该使研究者能够精确地重建工具原件的形态。可惜，还没有确凿证据表明这是一种有效的方法，因此几乎没有研究者采用这种方法。

相对于关注形状本身的特征，考古学家们一般更喜欢将形态学和其他特征综合成一个新的分类体系，其中每个环节都根据略微不同的特征排序而定义。多数的石器分析系统需要将一个组合分解为已被广泛研究的多个部分，要注意的是，那些所谓的高文化投入的石制品类别是被着重强调了的，即上文提及的“器型类”。组合被进一步划分为打制石器、磨光石器和琢制粗化石器。下面让我们更详细地检验这些分类体系。

尽管从逻辑上来讲，分类会将材料按顺序或区间进行排列，但是就考古学而言，多数系统采用名称排列。就是说，它们将器物分为各种类别，通过减少器物元素数量来简化分类过程。一旦器型类被确立，就会产生一个很有意义的研究问题：

问题 13： 在一个石器组合中创建类别时，最有效的标准是什么？

“类型—变体”体系

分类的主要目的有两点：①描述收集品的特征；②区分收集品

的不同的组成部分。完成这项工作的最常见方法是将器物按照共有特征划分为相互独立的类群。这些类群表现出器物制作在较大时间和空间单元中的多样性，即所谓的“类型”（type）；类型内部的变异则可以反映更小的时空单元，称为“变体”（varieties）（Phillips 1959; Dunnell 2000）。一个将类型作为核心单元的分类系统被称为“类型学”（typology）。类型这一概念在现代考古学发展之初即已应用了，尽管其早期使用并不成熟。

类型—变体体系中有一些学者们必须克服的缺陷。其一，与生物类型学不同，考古学类型常常是非等级性的（non-hierarchical）——主要是因为器物内在特征对类型结构所起的作用是未知的。我知道的唯一的似等级分类体系是乔治·拉普拉斯（Georges Laplace）的类型学（Laplace 1964, 1974）。但这个分类体系并没能赢得史前学者们的青睐，可能归咎于它不能解决特征的层级问题，也可能归咎于史前学家们自身的固执。

其二是它的主观性和本能性。我为标本所建立的类型可能与别人建立的不同。即使在类型学结构上达成共识，每个人对特定标本的分类也不可能相同。瑞德（Read 1974）通过引入“特征群”来代替“类型”，进而提升了分类的客观性。他最近的工作将这种方法应用于非加工石片（Read and Russell 1996）。尽管动机值得称道，结果却不尽如人意，而且研究者们在定义特征的时候遇到了和定义类型相似的问题。不管怎么说，我们就不继续无谓的讨论了，因为几乎没有考古学家使用这样的分类系统。

类型—变体体系的第三个缺陷是，当应用于石器时，随着器物继续使用一贯沿袭下来的功能性名称，它处理器物功能问题的效用

备受质疑[1]。我们现在沿用的多数区系类型学是由未经训练的业余考古学家建立的，他们使用的类别常常是功能性的，包括箭头、投掷尖状器、钻形器、刮削器、雕刻器等。这些类别大致以对传统社会中相似器物使用的了解为基础，而不是基于对器物本身的研究。其后的使用痕迹分析证明器物实际的用途常常与类型学名称所暗示的用途相去甚远（Wylie 1975; Odell 1981b； Yerkes 1987: 128-129）。

经过改进的类型学可以解决这个问题的两个方面。一方面，我们可以简单地去掉器物的功能性名称——比如，一件端刮器可以改称为远端加工的狭长单面器。这样的描述性标签被用于诺曼底水库项目中的投掷尖状器 / 石刀（projectile point/knife）研究，其功能性名称仍在主要类型上被保留了下来（Faulkner and McCollough 1973）。这种方法可以减少功能上的模棱两可，但是根据我的经验，有些考古学家并不熟悉这些分类，他们中的许多人反对改变传统观念。我猜这就是福克纳和麦科洛（McCollough）的投掷尖状器 / 石刀这样的标记方式未被广泛应用的原因。

另一方面，研究者定义一个类型的基础不仅包括形态标准，还包括功能标准，就像阿勒（Ahler）和麦克米伦（McMillan）研究密苏里州罗杰斯（Rodgers）岩厦遗址石器组合时的做法（Ahler and McMillan 1976）。功能分类主要依赖于宏观上对所有标本的细致观察，以及对投掷尖状器样品的集中使用痕迹分析（Ahler 1971，个人交流 2002）。在这种分类系统中，类型较之于以形态为基础的传统划分更接近于原来的功能设计。但主要问题是，很少有其他人按照阿勒的功能类型（type-functional）分类系统来研究

---

1 即有先入为主之嫌。——译者注

其他材料。因此，其中的“装柄切割工具”（Hafted Cutting Tool）、“普通切割工具”（Generalized Cutting Tool）、“不规则刮削器”（Irregular Scraper）或“横刃刮削器/磨石”（Transverse Scraper/Grinder）等类型，很难和其他分类系统中的类别进行对比。

上述类型学系统——瑞德类型学、福克纳和麦科洛类型学、拉普拉斯类型学，以及阿勒类型学，都包含了在多数考古学者中不太流行的元素。比较主观的或是非等级性系统之所以流行，皆因研究者乐于采纳直观上令人满意的类别，即接受一直以来沿用的工具使用的观点，以及器物命名法。而且这些方法并不需要特殊的专业知识。这些系统中最知名的是博尔德（Bordes 1961）针对欧洲旧石器建立的系统，以及索纳维尔—博尔德（Sonneville-Bordes）和佩罗特（Perrot）建立的中石器时代系统（Sonneville-Bordes and Perrot 1954-56）。

分类标准

通常我们会认为，类型学系统即为“形态学”系统，因为分类的依据往往都是形态特征。这个观点稍显片面。形状确实有助于分类，但是其他因素也很重要。例如，两面器即主要是根据相对两个面二次加工的技术特征来识别的。尽管两面器可能是卵形、矩形或水滴形，但这一形态属性并未被纳入定义中。投掷尖状器和钻形器通常都是两面加工的，而且具有清晰的形态学要素，即便如此，这些类型的定义也是以某些技术因素为基础的。它们必须（至少在一定程度上）经过刻意塑形，一件自然形态看起来像投掷尖状器的石片是不能被称为投掷尖状器的。

一件标本的加工类型和位置同样有助于确定它的类型学名称。以端刮器为例，在我们的脑海中，每种标本都有一个概念性的模

板，对端刮器也是一样，脑海中呈现的端刮器通常是一个非常清晰的器型。但是，如果一件貌似端刮器的标本近端经过轻微修理，而圆形远端［刮削刃（scraper edge）］完全未经修理，它是什么呢？因为主要工作缘未被塑形，即使它看起来非常像端刮器，多数类型学家也不会将这件标本称为端刮器。修理位置对于定义其他类型也很重要。雕刻器是通过雕刻面来识别的，这部分比其他部分突出，常常用于雕刻其他东西。但是为了定义一件雕刻器，雕刻面至少要经过修理塑形，否则，它只是一件有凸起的石片而已。

许多磨光石器和琢制粗化石器的类型区别仅仅是部分地以形态学为标准的。如第三章中讨论的，石锤、磨石、磨盘和研磨器等类别都是根据琢击或碾磨等使用痕迹来定义的。然而，这些器物的一般用途的确可以导致它们形成一定的形态，进而成为一个类型。石锤和磨石必须适合手握，所以它们必须符合一定的使用限制。而且尺寸也扮演了一个小角色——例如，根据尺寸能区别磨石与磨盘。

内涵最符合形态学标准的工具种类就是那些表面经过完全修理的工具，通常是通过研磨和抛光修理。我指的是那些为了经常使用而经过精细加工的工具，如磨光石斧、石锛、石锄以及石盘；或是为了装饰或祭祀仪式目的而制作的器物，例如领饰、标石和雕像烟斗。因为这类标本通过仔细打磨成形，所以在式样上比打制石器更明确。相同的器型即使存在小尺度的制作差别，也没有必要去深究。

这些稀少且制作精良的类型的存在与“形状只是石器分类标准之一”的说法并不矛盾。其他的重要标准有：修理技术、修理类型和修理位置，以及使用痕迹。如果我们在一张纸上将这些标准摆成等距离的四个点，那就可以根据类型定义中任意标准的重要性来排列主要的石器类型（图 4.10）。靠近“技术”的类型表明这种类型的

形状

磨光石斧 / 石锛 / 石锄
标石，石盘，雕塑烟斗，等等

投掷尖状器

钻

打制石斧，石锛

刮削器

凿

两面器
单面器

锯齿状器

凹缺器

技术

有意识地加工的类型 / 部位

修理石片

雕刻器

打制石锄

楔形石片 / 裂片

打磨石
石锤

磨石
磨盘

使用痕迹

图 4.10　类型标准示意图：四周是类型学系统中石制品分类的四个基本标准。主要类型依据每个标准的重要性和各自类型定义加以排列

基本（或唯一）标准就是技术；位于“技术”和“形状”中间的类型说明这两个标准对于定义这些类型都很重要，依此类推。图 4.10 中没有对这些类别做量化，所以大多数石器分类系统的构成还是感性的。然而，此图说明了所有类型学系统中，内部构架的变异范围非常大，还说明了，非形态学标准对于一般类型结构的重要作用。

类型学系统拥有让人感觉良好、具有历史连贯性、只需要起码的专业知识就能进行操作的特性，这些特性是它被使用的重要

原因，但是这种系统至少还应具备一个重要特性：区别不同组合的能力。博尔德（Bordes 1961）系统在这方面做得非常好，因为这个系统不仅可以继续应用于法国西南部，而且可以应用于整个欧洲；对于年代较晚的组合来说，索纳维尔—博尔德和佩罗特（Sonneville-Bordes and Perrot 1954-56）的类型学同样很好。这些系统非常适用于区别不同的组合，因为它们容纳了传统类型，使之容易和其他类型系统进行比较。

选择分类结构

写这本手册的目的并不是“兜售”某个系统，而是提出一些普遍问题，确定各种要素的所在，并提出一些常识性的解决办法。所有分类系统基本上都是区域性的，而且应该为解决当地情况而建立。如果你研究的地区存在这样的分类系统，至少在最初阶段你也许愿意使用它，——不为别的，因为它“面熟”且具有对比价值。要牢记，形态学分类系统只代表了变异中的一个方面；探索其他方面就需要创建其他系统了。

如果在你研究的区域内没有现成的打制石器分类系统，也许图 4.11 会有所帮助，这是一个确定石器组合中每件标本的流程图。这种手段已经被应用了很多年。例如，美国北部最初的应用案例之一，是戴维·托马斯（David Thomas）对大盆地（Great Basin）投掷尖状器的分类（Thomas 1970）。

这里示意的方法只是一个建议，并非指导。最基本的问题是，一件特殊石制品究竟是否为人工制作。如果不是，就应该把它丢到路上去（但要小心你的车胎）；如果它是人工制品，接下来的问题就是，它经过二次加工了么？如果没有，就将它列入有待特殊分析的碎片堆中，而非归入以成形类型为基础的分类系统。所有经过有

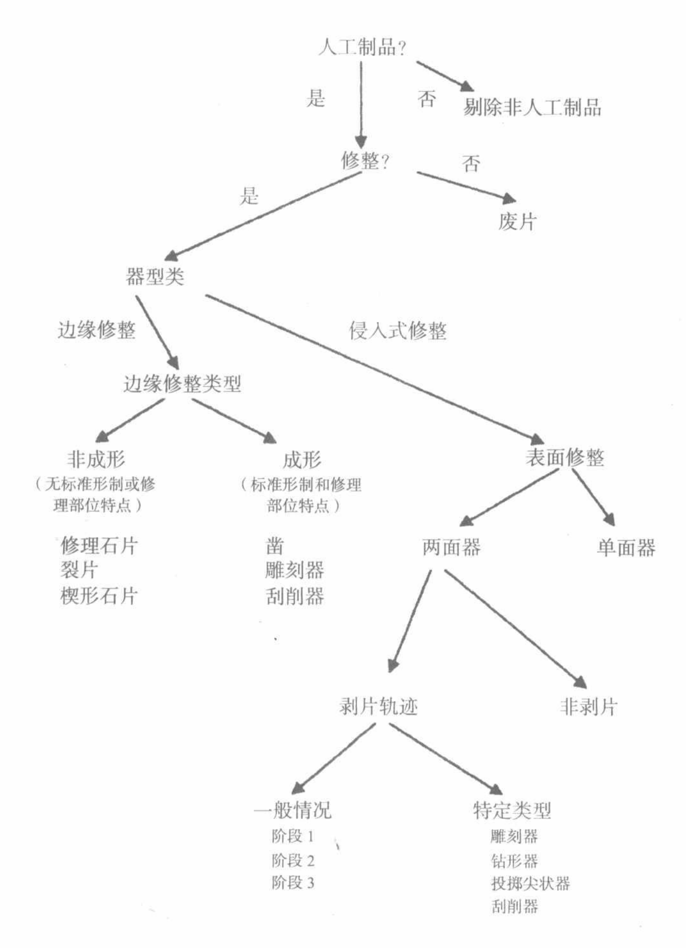


图 4.11　石制品组合分类建议

意识加工的标本都要归为一类，然后继续分类。

由于打制石器的“器型类”都经过二次加工，所以接下来要关注的是修理类型。“修边器物”指修疤向内侵入不超过 5 ～ 8 毫米

的标本。对于这种标本，我们可以探讨它是否具有标准的形态学或修理位置特征。如果有，我们可以将它命名为一个特殊器类：比如雕刻器或刮削器。没有标准外形或位置特征的标本常被视为普通修理石片，尽管某些修理特征可能指示出它是楔形石片或裂片。

根据定义，“非修边器物”必须经过侵入式修理，即修疤指向、抵达或穿越石制品中央表面。如果标本的两面都是侵入式修理，那它就是两面器；如果仅一面是侵入式修理，那它就是单面器。单面器通常不进一步分类，但是两面器通常处于从毛坯到最终产品的复杂发展序列之中。正如本章所讲，这个序列可以依据形态特征划分为不同阶段。如果没有明显的进一步塑形，即它保留了一般的卵形或矩形，那它就被划分到普通两面器阶段。如果它被加工成独特式样，比如钻形器、投掷尖状器或刮削器，那它就依这些名称分类。两面雕刻器一般是对因生产失误或使用破裂的两面器进行精加工而产生的。未经深层修制的两面器（non-reduction biface）指两面经过修制，但没经历两面器轨迹所有阶段的器物。

功能

我们已经讨论了工具的制作方式、外部样式特征，以及它们的原料来源。我们感兴趣的还有几个方面，那就是它们的使用方式。回答这个问题需要背景知识和对专门分析的解释，详见第五章。

组合之间的对比

石制品根据各种不同的标准被分割成一系列的阵营，形成了“类型”和“亚类型”（变体）。如果你的组合中有15%的刮削器，

21%的投掷尖状器，25%的普通两面器，还有8%的钻形器，那自然是相当不错的一组标本。但该如何评价每种器物所占的比例是多还是少？找到答案的唯一办法就是将你的组合和其他类似的组合进行对比，这就引发了下面的研究问题：

问题14：将你的组合类别与其他组合类别进行对比的最好方法是什么？

这是一个相当棘手的问题，因为你不是对比一个类型，而是对比所有类型的集合。平方、比例差和费氏精确测算（Fisher's Exact）等统计运算方法对于对比数据子集非常有效，但是，尽管问题存在共性，几乎没有能对比整个石器组合的简单方法。那么，让我们把问题分解为两个部分：你可以考虑种类结构本身，然后在结构里面对比类别的数量；或者你也可以对比已经存在的特定种类。

对比种类结构

对比种类结构是心理学、社会学及生物学等学科中一项基本的训练，它习惯性地创造出分散的类别。有两个重要尺度被用来解释生物学种类：一个是种类结构的丰值（richness），即一个组合中各个种类的数量在所有标本中所占的比重；另一个是平均值（evenness），即各类型中标本分布的平均度。

丰值

丰值可以用示意图来表述，它将类型数量与类型中的标本数量进行比较，以样本量的大小为标准（Kintigh 1984a）。将两轴

都转变成常用对数（log^{10}），使结果可以用线性回归方法加以分析（Jones et al. 1983）。图 4.12 解释了对伊利诺伊河谷下游 10 个史前组合的类型（下部直线）和亚类型（上部直线）的分析（Odell 1996）。表现的是拿破仑洼地的 5 个组合（NN，NH，NT，NF，NHL），坎贝尔洼地（Campbell Hollow）的 2 个组合（CL，CU），以及伊丽莎白（Elizabeth Mound）6 号堆积（EZ）、斯米灵丹（S）及希尔河（Hill Creek）（H）各 1 个组合。组合中工具数量沿横轴渐增；类型和亚类型的数量则沿纵轴渐增。

回归趋势线代表了最适合这些组合的参数。组合位于趋势线上方表示类型或亚类型的数量高于期望值；位于下方的组合则表示拥有较小的类型或亚类型丰值。任何偏离回归线的数值都可以像图 4.13

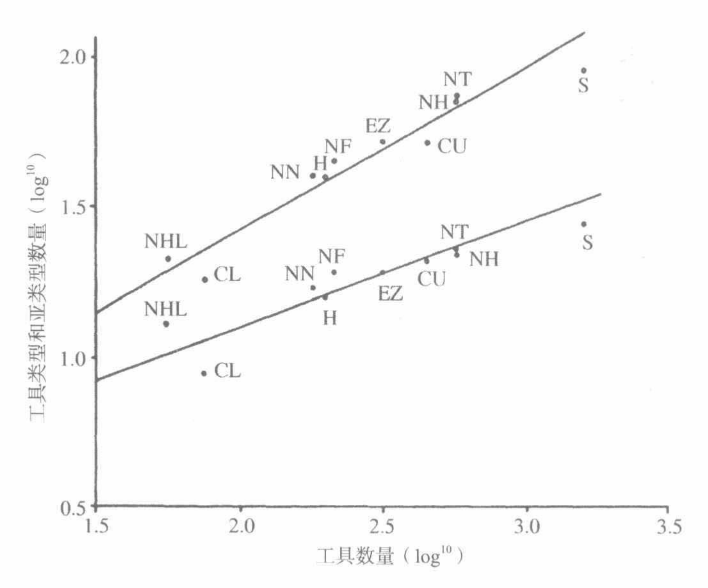


图 4.12　伊利诺伊河谷下游 10 个史前组合的类型（下线）和亚类型（上线）丰值（Odell 1996：Fig. 12.1）

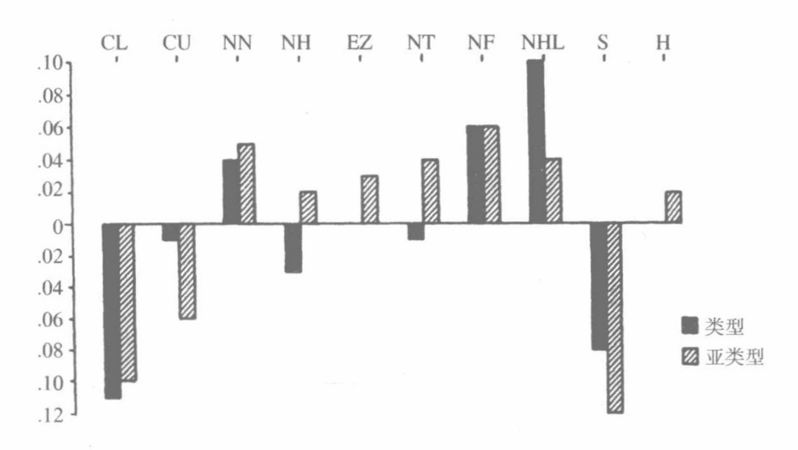


图 4.13 伊利诺伊河谷下游 10 个史前组合类型和亚类型的丰值偏离（Odell 1996：Fig. 12.2）

那样加以表现。此图表明，拿破仑洼地伍德兰时期山坡遗址组合和冲积平原遗址组合（NHL，NF）显示了类型的丰值，而坎贝尔洼地上古期组合（CL）和斯米灵丹中伍德兰期组合（S）显示出了类型和亚类型的最低值。由于丰值在很大程度上是以形态学分类系统为基础来计算的，所以其结果反映的仅仅是形状和修理特征的偏差，如果有可能的话，仅在偶然的情况下反映技术、功能和原料的信息。

不同组合之间的数值可以通过这种方法相互对比，但更重要的是，一个工具组合的相对丰值可以说明制造这个组合的人群的居住类型。在某种程度上，类型可以等同于人类活动。类型丰富的组合代表了丰富的人类活动——例如大本营；类型少的组合可能指示着特殊活动区域或小型营地。

均值

均值测量的是对器物是否平均地散布于所有种类的评估，这个概念比较难以解释。它可以以香农—韦弗信息指数 H（Shannon-

Weaver information statistic H）[1] 为标示，尽管该算法系统对样本量的大小欠缺考虑（Peet 1974: 293; Kintigh 1984b），而且可能将丰值与均值混为一谈（Bobrowski and Ball 1989: 7）。皮耶罗均匀度指数运算（J statistic）[2] 可能更接近均值的含义，即运算中用 H 除以 Hmax（组合中类别数目的对数，即 H 的最大值）（Pielou 1966）。

图 4.14 显示了运算 H 和 J 对伊利诺伊河谷中 10 个已获得丰值的组合的计算分析情况。它指示出拿破仑洼地遗址中古代期地点（从 NN 到 NT）和希尔河密西西比期农场地点（H）中比较均匀相似的类型组成，但在坎贝尔洼地古代期（CL，CU）和伍德兰中期地点（NF 到 S）中的分布就不太平均了。

这些结果意味着什么尚未可知。克里斯滕松（Christenson 1987: 78）断言，大本营这类较普通的遗址中，类型频率的分布较

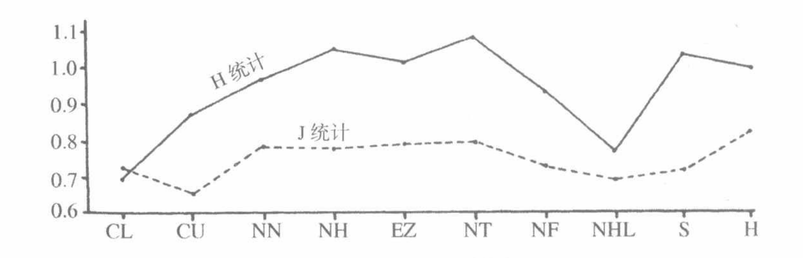


图 4.14　伊利诺伊河谷下游 10 个史前组合的信息统计（H）与均匀度指数运算（J）（Odell 1996：Fig. 12.3）

1　香农—韦弗信息指数 H，即 Shannon-Weaver information statistic H，原用来估算群落多样性的高低，也叫香农—维纳（Shannon-Wiener）或香农—韦弗（Shannon-Weaver）指数。——译者注

2　皮耶罗均匀度指数，即 Pielou 指数 J，是一种物种均一度指数，反映群落均匀度，利用香农指数估计该群落物种分布的均匀度。——译者注

为均匀。这个解释与伊利诺伊河谷的某些数据吻合，但是和斯米灵丹伍德兰中期遗址（S）的材料有出入，有其他证据表明，除了大本营以外，S还有半永久性村落的可能性。

特定类别比较

累积曲线图

丰值和均值对于研究一个具有特定分类的系统很有帮助，但它不能对比这些类型本身。累积曲线图（cumulative graph）因此得以流行，它是特别适合法国博尔德类型系统的一种分析手段，但也适用于世界上其他的考古学组合。美国大平原（Great Plains）古印第安组合中克洛维斯（Clovis）、弗雷德里克（Frederick）及科迪（Cody）石器工业对比的实例，就可以说明它的作用（图4.15）。

建立累积曲线图需要做的是：①将类型频率换算成百分比；②为所有类型和亚类型顺序编号（以节约空间）；③沿着横轴依次列出类型编号。纵轴表示组合中每个类型或亚类型的比例，但这是逐渐累积的，从第一个类别中的工具百分比开始，直到100%。最后的曲线提供了关于组合的图像表述，可以同其他组成相似的组合进行对比。

在古印第安组合对比中发现，在曲线图的第一部分中，科迪组合中大多数石器（投掷尖状器、边刮器、一些端刮器的亚类型）的含量低于克洛维斯组合中的同类器型。但是在曲线图的后半部分科迪组合赶超了克洛维斯组合，特别是其他一些类型，包括端刮器、石刀、凹缺器、单尖钻孔器（类别30）及锯齿刃器。从这个对比我们可以看出，克洛维斯组合很看重投掷尖状器和边刮器，而典型的科迪组合则偏爱石刀、凹缺器、雕刻器和锯齿刃器（Irwin and Wormington 1970; Agenbroad 1978: 92）。

累积曲线图提供了对一个组合以及组合之间直观对比的快捷简易的浏览方式。然而，它也存在一些问题。第一，这个系统不能量化组合之间的差异。虽然在这个分析中，关于克洛维斯和科迪的累积曲线图区别很清晰，但是其他大多数比较就没有这么清晰了。于是又连带出另一个问题：哪一个点是重要的区别点？两个组合怎么样才算是真正相似呢？为了解决这些问题，我们要抛开累积曲线

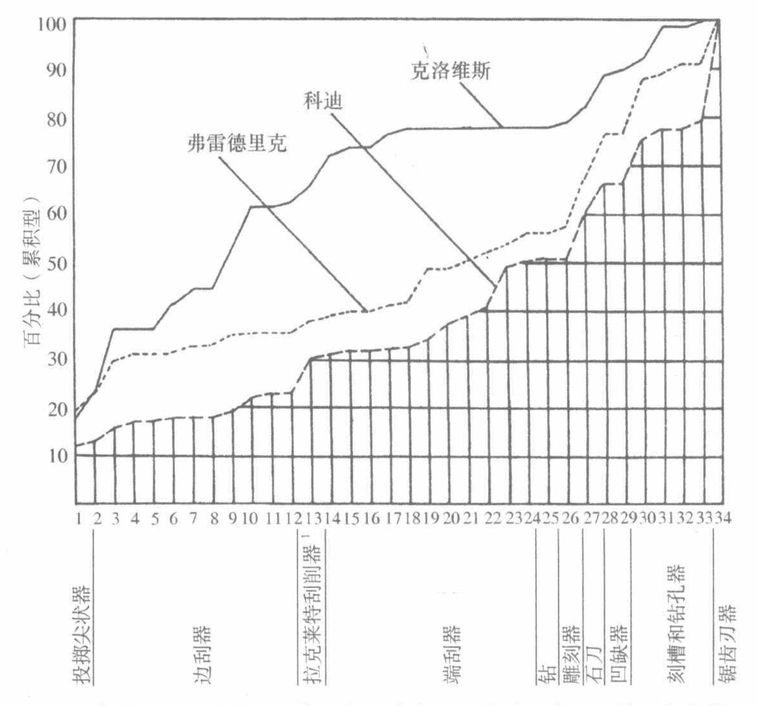


图 4.15　克洛维斯、科迪以及弗雷德里克古印第安遗址中工具的累积曲线图（Irwin and Wormington 1970：Fig. 7）

1　拉克莱特刮削器（raclette），旧石器时代晚期至新石器时代存在于美洲的一种细石叶刮削器。——译者注

图，转向合适的统计方法。第二，累积曲线图中的许多可见影响取决于类别在横轴上的位置。不同的排序会产生完全不同的曲线图（参见 Kerrich and Clarke 1967）。

雪花图

另一种直观比较组合中不同类型的方法是雪花图（Snowflake Diagram），也是采用百分比而非实际数量的方法。根据关注点将类型合并为数量有限的轴（比如 4 ～ 8 条）。例如，霍华德·温特斯（Howard Winters）创建的关于一般功能类别的结构，包括工具维修（Ⅰ轴）、植物加工（Ⅱ轴）、动物获取（Ⅲ轴）、一般的重型使用工具（Ⅳ轴）以及一般轻型使用工具（Ⅴ轴），再将单独类型放在不同轴上（Winters 1969）。几年前，我用伊利诺伊州一个石器组合的使用痕迹分析数据检验了这个结构，发现检验结果和雪花图给出的框架几乎完全一致（Odell 1989b）。

后来，我研究了伊利诺伊州中西部伊丽莎白遗址中被墓葬打破的属于古代期中期的赫尔顿（Helton）居址中的标本。这个营地遗址位于拿破仑洼地北部，由多处古代期和伍德兰期遗址构成，上游几公里处就是著名的科斯特（Koster）遗址。尽管可分析的材料太少，不能对石器数据进行功能分析，但是应用温特斯的雪花图类别可以发现一些端倪。

伊丽莎白遗址 6 号堆积下部石器组合的分析结果参见图 4.16。其中最长的轴（出土量最多的）表示一般的重型（Ⅳ轴）和轻型使用工具（Ⅴ轴），分别反映了两面器和修理石片的数量。雕刻器相对多的数量反映了工具维修（Ⅰ轴）；植物加工（Ⅱ轴）则主要通过研磨石表现出来；投掷尖状器表达了对动物的获取（Ⅲ轴）。最重要的是，至少所有的轴都很清楚，表明在这个遗址曾从事许多种

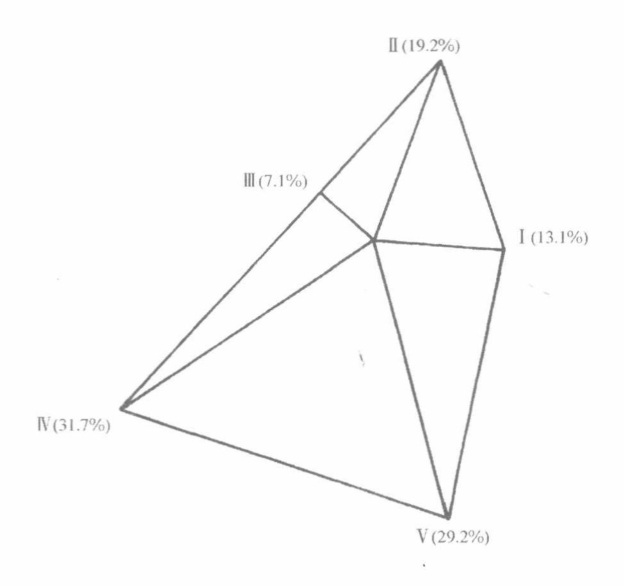


图 4.16　伊利诺伊州伊丽莎白遗址 6 号堆积石器组合的雪花图（Odell 1996: Fig. 7.4a）

活动——指示这是一处营地。

伊丽莎白遗址雪花图可以将组合通过相同的轴与其他遗址进行直观对比（图 4.17）。最接近的对比来自科斯特（Koster Horizon）6 号组合的两个文化层之间，二者都具有大量的重型工具和轻型工具，其他轴显示出中等数量。伊丽莎白遗址的雪花图与福斯（Foss）遗址雪花图非常不同，后者表现出对轻型工具更多的依赖；莫多克（Modoc）遗址组合包含更多的投掷尖状器却完全没有植物加工工具；格林厄姆（Graham）洞穴和帕布斯特（Pabst）遗址组合在重型、轻型工具及投掷尖状器方面比较相似，但几乎没有体现工具维修和植物加工的工具。

作为表现数据的方法，雪花图具有一定的优势。像累积曲线图

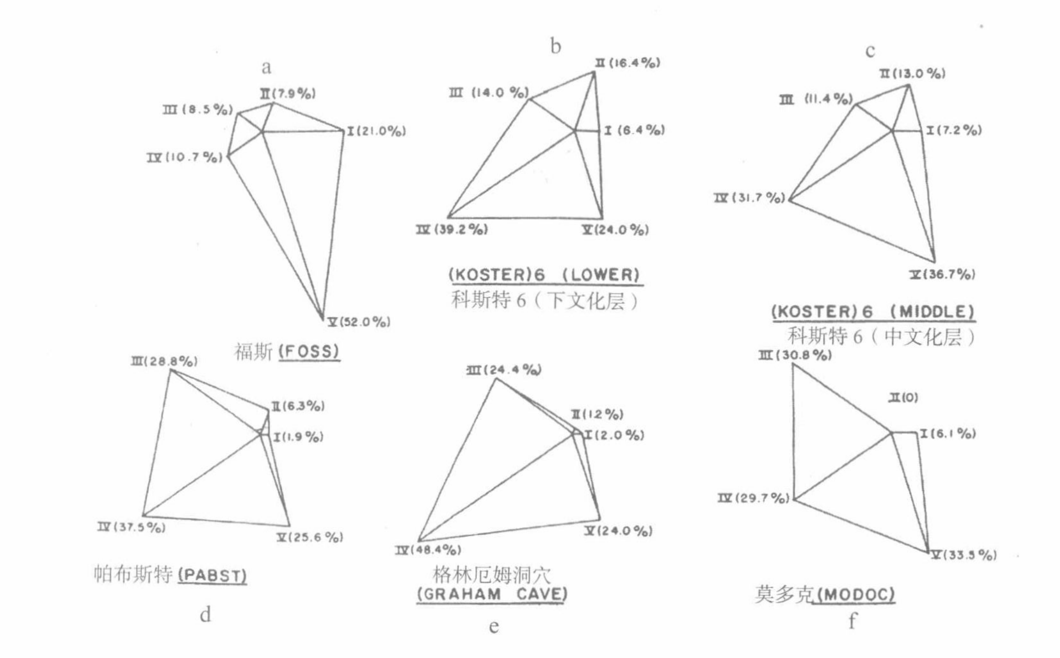


图 4.17　六个中西部赫尔顿时期（Helton，或称 Heltonoid）[1] 文化遗址的雪花图对比（Odell 1996：Fig. 7.5）

a. 福斯（Foss）；b. 科斯特（Koster）第六文化层（下层）；c. 科斯特（Koster）第六文化层（中层）；d. 帕布斯特（Pabst）；e. 格林厄姆洞穴（Graham Cave）；f. 莫多克岩厦（Modoc Rock Shelter）

1　Helton 或称 Heltonoid 时期，即赫尔顿时期（Helton Phase），时代为公元前 4000～前 3000 年，是北美东部森林地带史前狩猎采集者居住的一个时期。——译者注

一样，它能够用一些大家感兴趣的参数来对整个组合进行快速、直观的评估，还能进行局部对比。但是，它和累积曲线图一样，如果不落实在单个项目上，不把整个组合分解开或不应用合适的统计方法的话，就无能为力了。

布雷纳德—鲁宾逊系数（Brainerd-Robinson）

最后，让我们研究一下另一种对比方法，这种方法在 20 世纪 50 年代被用来排列陶器组合，之后失宠。这就是布雷纳德—鲁宾逊系数（Brainerd 1951; Robinson 1951）——一种根据这个公式来比较两个组合中每种器型百分比的手段：

$$B-R=200-\sum_{i=1}^{n} P_{iA}-P_{iB}$$

应用这个公式，要计算被比较的两个组合（A 和 B）中各类器型类的百分比（p）。组合之间每个类型的差异被计算并加起来，用 200 减去总数得到一个相似性系数。B － R 的数值越大，这两个组合在所选的参数上就越相似。

尽管一次只能比较两个组合，但这个计算很简单，并且能包含大量的二元分析。以伊利诺伊河谷下游为例，这种方法被用于比较上述 10 个组合中的器型（图 4.18）。在这个实例中，每个组合都与其他 9 个进行比较，图中共列出 90 个比较组——但是，每个组合的结果都和另一个结合得出的结果相关，所以实际运算只有 45 个。最终的图示显示出一个组合与其他 9 个组合之间非常明显的异同（Odell 1996: ch. 11）。

在伊利诺伊河谷的案例中，拿破仑洼地山坡遗址（NHL）伍德兰中期组合以及坎贝尔洼地下文化层（CL）上古代期组合在类型

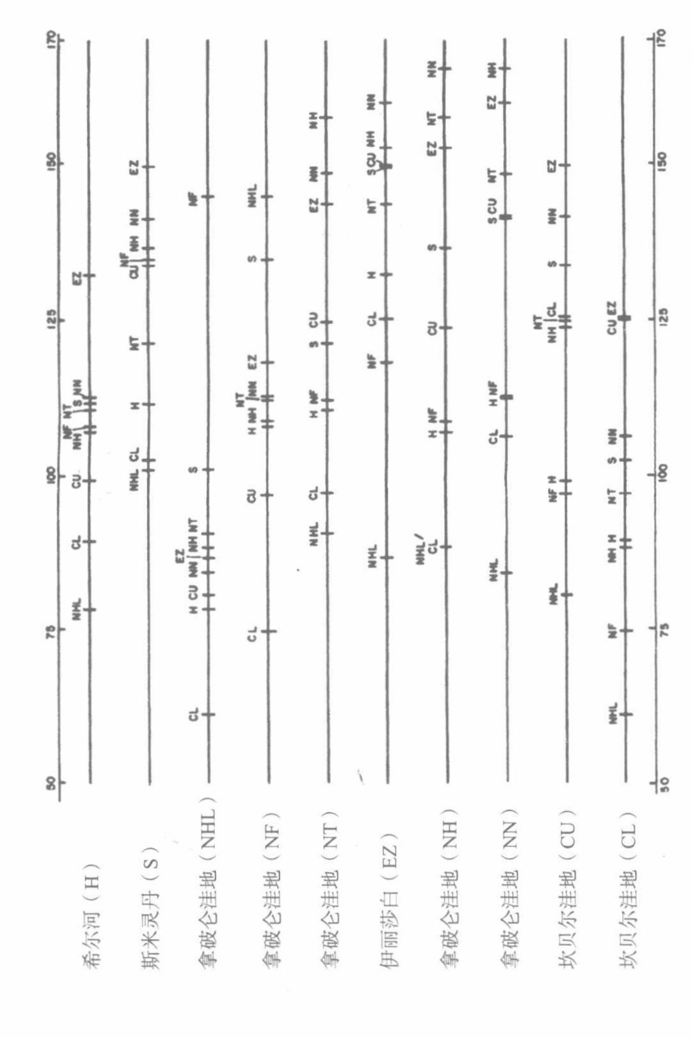


图 4.18 伊利诺伊河谷下游各史前组合类型的布雷纳德—鲁宾逊系数（Odell 1996：Fig. 11.6）

学上与其他组合不太相似。组成比较相似的组合有：拿破仑洼地的三个古代期组合（NN，NH，NT）、坎贝尔洼地上文化层古代期中期组合（CU）、伊丽莎白6号堆积（EZ）古代期中期组合和斯米灵丹伍德兰中期营地／村落组合（S）。二元比较的平均值提供了每个组合和其他组合相似性的总体情况（图4.19）。



图4.19　伊利诺伊河谷数据库的平均布雷纳德—鲁宾逊系数（Odell 1996：Fig. 11.7）

布雷纳德—鲁宾逊系数是通过常见器型的比例来进行组合间比较的有效方法。它很容易计算，而且可以毫不费力地反复操作很多次。由于一次只能比较两个组合，如果比较的数量非常小，就很难了解数据库中相似性的程度。如果比较的数量大的话，相似性指数的区间就比较大而且较容易解释。每个组合单独指数的平均值也可以用来了解相似性系数的总体情况。

未加工废片分析

在全世界的居住遗址中，经过修理的石器大概只占史前工具组合的3%～5%，这个比例的浮动通常取决于田野工作中使用的筛网的大小。这意味着在多数生活遗址中至少95%的打制石制品都属于未加工废片或残片（为了便于讨论，本书将二者等同视之）——废片成为遗址中数量最大的石制品类别。此外，大量的废片都是非常小且不实用的，所以更有可能被遗留在废弃地。这个特性对于解释空间分布，特别是阐述石器制造场或打制区域的情况非常有用。

从相对足够和稳定的器型中提取信息是相对简单的，但是如何面对“废片”呢？当务之急是要摒弃“所有废片都是制作高级器型（例如精湛的投掷尖状器）所产生的垃圾”的观念。通过对澳大利亚、新几内亚及世界其他地区关于狩猎采集经济的民族学材料（White 1967, 1968; Gould et al. 1971; Hayden 1977）以及相关考古学分析可知，石器使用者在大量活动中使用了未加工石片。事实上，他们更喜欢使用未修理石片来从事专门任务，因为它们的边缘更锋利。因此，任何居住遗址中的废片都可能被使用过。即便没有被使用，石片也包含着生产过程的线索。废片分析的目标是从这些石片中尽可能地获取有用的信息。

废片研究可以通过两种不同的方法完成：第一种是分析样本中的每一个单独石片；第二种是同时处理大量标本以获得概括性信息。下面将逐一介绍这些方法。这里，我们要明确：任何废片分析的成败不仅取决于分析技术，也取决于采样策略。如先前注意到的，废片数量很大，通常成百上千。即便运用集群分析（mass analysis）技术，你仍不能在某些遗址简单地分析所有标本。因此，审慎运用统计方法和可能性理论，对于确定被分析材料能否代表整个组合十分必要。

另一个采样问题是样品的完全性，即完整程度。使用破损石片或无台面石片合适么？样品应该局限于所有参数都可以测量的完整石片么？这个问题的答案依赖于采用的分析类型，因为不同的方法具有不同的要求。

石片个体分析

石片类型学：阐释性单位

对样本中的每件石片逐个分析固然费时费力，但却可以从中获

得大量信息。目前有三种研究单个石片的方法：其中两种根据石片类型提取信息；另一种则针对单个石片的特征。这些方法中最传统、使用时间最长且持续流行的，是基于直观类别的类型学。此处的“类别”指的是生产这些工具的特定技术或剥片过程中的阶段类别。在解释石片类型的研究中，样品不一定局限于完整石片，但也应该排除那些没有任何人工特征的东西。难以确定的破碎石片可以被忽略，或可以归入其他类别，诸如“不明石片”。

一些石片类型代表了特殊的技术策略。例如鸡冠状石叶，即当台面形成后，从石叶石核上沿预制背脊剥取第一片石叶（参见图 4.5）；两面器修理石片（biface reduction flake），以散漫的打击泡、背面多向片疤以及预制或磨制台面为特征，表明了两面器剥片修理的存在；雕刻器削片（burin spall），指窄而厚的石片，终端形态一般呈关节咬合状或阶梯状，是雕刻器打法的主要副产品；两极石片和石核（bipolar flake and core），常以一端或两端的破碎为显著特征，这很难识别，却是两极技术的特点；锄石片（hoe flake）指示了石锄在遗址中的使用，在这种情况下，典型特征是使用石锄形成的表面磨光，而非制作技术。

其他的石片类别指示了人类行为而不是特别的剥片策略或工具类型。例如，根据背面石皮加以定义的有带石皮石片（cortication flake），通常指示了剥片程序的早期阶段；石核翻修石片（core rejuvenation flake），目的一般是为了平整台面或改善台面与石核背面的角度，证明了石核的维修程度。同样地，修锐石片（sharpening flake），以台面和背面交界处的使用痕迹为标志，表明了对工具边缘的维修；过击石片（outrepassé 或 overshot flake），即连带着石核相反一端部分核体的石片，通常

表明制作中的失误。除了这些特殊的副产品，还有一般的内侵石片（interior flake），通常是（尽管不绝对是）徒手锤击技术的产物；断块（blocky fragment），有时被称为碎片（shatter），它们缺乏可识别的石片特征。其他石器研究者可能采用稍微不同或更细致的类别，这取决于他们具体的数据库和理论取向，但上述这些都是学者们采用的基本类别。多数情况下，应用这种方法至少能够部分地解答以下问题：

问题 15：遗址中的工具制作处于什么阶段，制作工具的石料以什么形态进入遗址？

让我们简要地检验两项应用了这种废片分析技术的研究。一项是对美国南部地区密西西比河谷南部圣路易斯 CB—诺斯（CB-North）遗址出土的部分古印第安期残片的研究（Evans et al. 1997: 182-183）。采用包括前面列出的一些分类方案，研究者记录了 27 件内侵石片、41 件两面器修薄石片和 35 件两面器修理石片，但是只有 3 件有石皮石片以及 3 件指示两面器剥片早期阶段的转向石片。根据这些数据可知，早期阶段的制作行为大多发生在其他地方，被带到遗址的两面器已经被加工成雏形。为节约原料，一些两面器也可以作为石核来制造边缘锋利的石片。古印第安期遗址没有任何关于在本地获取石料或初级剥片的证据。

研究安大略滑铁卢市附近奥尔德克里克（Alder Creek）遗址中古印第安期小型居址的学者得出了类似结论（Timmins 1994: 178-179）。石制品组合以两面器修薄石片、两面器修理石片和古印第安

期凹槽尖状器制作过程中产生的窄石片为主，不见有石皮石片和其他早期制作阶段产生的石片。窄石片的大量存在表明投掷尖状器的制作和维修是重要行为，而单面加工石片数量极少说明刮削器的制作和维修占有的份额极少。

石片类型学：非阐释性单位

1985年，艾伦·沙利文（Alan Sullivan）和肯·罗森（Ken Rozen）提出了一个简化石制品废片类别结构的系统。后来，这个系统被称为沙利文—罗森法（Sullivan-Rozen Technique，SRT），它不以器物的任何固有特征为基础，而是以破损程度为基础。因为破损类型是这种分析的基本标准，所以样品必须包括所有石片。

他们确立了四个废片类别：①完整石片（complete flake）（未破损的）；②破损石片（broken flake）（应力点即台面完整，但边缘破损）；③石片碎屑（flake fragment）（应力点缺失，但腹面可识别）；④残片（debris）[腹面不可辨别，即其他学者所称的碎块（blocky fragment）]。顺便说一句，在某些分析中，"碎片"（shatter）一词可以代替"石片碎屑"（flake fragment），（如Ingbar et al. 1989: 123; Mauldin and Amick 1989: 83），而其他人则用"碎片"代替"残片"（debris）（如Morrow 1997: 59）。作者用简单的图表表现了三个层面的分类过程（图4.20）。

用作者的话说，"这个类别无须阐释，因为它们和特殊的生产技术方法无关，也不能揭示特殊的剥片序列"（Sullivan and Rozen 1985: 759）。作者对亚利桑那州东部的废片组合套用了这些类别，并总结出：包含相对多的石核和完整石片的组合是从石核上剥制石片的结果，而包含大量破损石片和石片碎屑的组合则是工具生产的结果。他们当时设定的研究问题是：

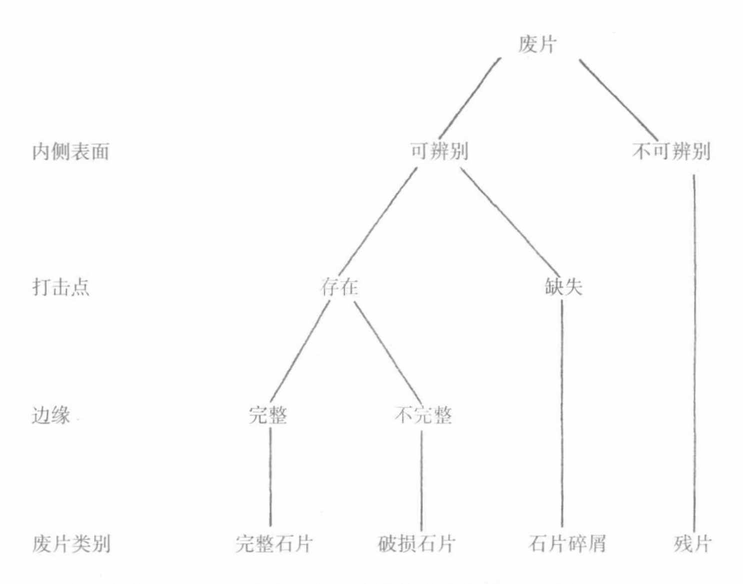


图 4.20 沙利文—罗森法分析未加工废片技术中的特征标准（Sullivan and Rozen 1985：Fig. 2）

问题 16：如何区分从石核上剥制石片和生产工具这两种行为？

从发表之时起，沙利文—罗森分析法就受到热捧，部分原因是如杰伊·约翰逊（Jay Johnson）所说的"《美国古物》效应"（"*American Antiquity* effect"）的推动（出现在美国最受重视的期刊上）（Johnson 2001:18），也是像美国西南部那样棘手的区域石器文化特征使然。这一系统正是在该地区首次运用。至少，一个简单、直接的废片组织系统出现了——最重要的是，分析者甚至不需要懂得石器分析就能得到相关结果，这种愉悦显而易见。

不久，反对意见出现了。单独检验这些类别时，普伦蒂斯（Prentiss）和罗曼斯基（Romansky）赞同沙利文—罗森分析法可

以将工具生产和从石核上剥制石片区分开（Prentiss and Romansky 1989），但其原因并不完全一样。他们发现，踩踏破损和石料的差异会对结果产生巨大影响，而且谢利（Shelley 1990）还证明石器工匠的专门经验是差异性的另一个重要因素。在此之后，阿米克（Amick）和莫尔丁（Mauldin）用沙利文—罗森分析法评估石料，总结出："破碎形态仅能表现原料性质，而不能说明此外的任何变量。"（Amick and Mauldin 1997: 25）

莫尔丁和阿米克在此之前还记录过从得克萨斯州乔治敦获得的三件燧石石核上剥离的废片。他们观察到大量废片的差异性"可以解释为不同组合的反映，尽管它们代表了本质相同的轨迹"［Sullivan and Rozen 1985; Sullivan 1987（Mauldin and Amick 1989: 84）］。他们将石锤类型和毛坯形状单独提出，用于解释差异性。莫罗（Morrow 1997）也提出类似结论，认为在石器生产中——和沙利文、罗森预计的一样——石片碎屑略多于其他类型，但不太明显，而且其他不同因素也会产生石片碎屑。他总结出，识别石器制作的最关键点就是与早期剥片阶段相关的碎片（即沙利文和罗森所说的残片）。

据我所知，对沙利文—罗森分析法最有效的独立检验是奥斯汀（Austin 1999）和普伦蒂斯（Prentiss 1998, 2001）进行的测试。奥斯汀通过在沙利文—罗森分析法中应用判别函数分析而达到很高的精确度，但是仅限于单纯的组合。然而，当遇到混合型组合时，他也可以指出组合的混合性，以及混合的方向。普伦蒂斯发现沙利文—罗森分析法在结果能被成功复制时是可靠的。而它在有效性方面是失效的，或者说，它表现了测试者认为应该表现的结果，即该方法遵循设定的模式和期望。因此他将材料分成不同的尺寸等级，

建立了他所称的改良型沙利文—罗森分析法（Modified SRT，简称MSRT），并在一项研究中应用了这种改良方法，整体有效性的确得到了提高，区分出了从石核上剥制石片和工具加工这两个阶段的产品。

这些成果并不能说服所有石器研究者使用此方法。该技术中最麻烦的因素是它的非阐释性。在多数案例中，这种非阐释性导致史前人类的行为效果难以被判定。尽管沙利文和罗森认为这种非阐释性是该方法的一个优点，但并不是每个人都同意。例如，玛格纳（Magne）写道："我非常反对运用随机测量单位来了解更多信息。相反，我会提倡提高有意义的测量单位的整体性。"（Magne 2001: 28）不断地批评这种技术的不止玛格纳一人，这表明在全面评估该系统的应用之前，需要进行更多的检验。之后，莫罗（Morrow 1997）、鲁特（Root 1997）、布拉德伯里（Bradbury 1998）等提倡最好将沙利文—罗森分析法和其他废片分析结合使用。

特征研究

目前所介绍的废片分析方法涉及完整石片和残片，在结构井然的系统内创造类型。类型这一概念本身有一种特性，即将很多信息提炼为单个分析性单位。一旦我们理解了类别及其内在要素，就可以快速、简洁地记录分析结果。然而，从天然石头转化为工具的过程通常很复杂，而且可能因不同载体而变化。即使类型记录了生产过程中副产品的某些可辨别性差异，但只是在某些特定的尺度内。因此，对于没有特异性和综合性的石片类型，必须捕捉废片组合中更深层次的信息。为了从未加工废片中了解更多，研究者对受人类行为参数影响的单个石片的性质进行了研究。

下面我将引入变量（variable）这种定义性参数，变量的数值随规模和尺度而变。这些数值可能是连续的，如测量石片长度所用的比率（ratio）或区间（interval）；它们可以是有序的（ordinal），附属于相关性质，诸如台面上或多或少的片疤；它们也可以是单独的特征（discrete attributes），例如红紫色外表或划痕是否存在。

样本的特征取决于引用的变量的种类。比如说，如果把台面性质作为变量，那样品必须包括完整石片，或者至少保留台面的石片（俗称 PRB）。如果长度和宽度对于结果不很重要的话，那我们也可以加入远端或近端破损的样品。

严格的变量概念对于这种分析的成功至关重要。最典型的例子就是，前面章节很少提到的可复制性（replicability）这个问题——即两个研究者测量同一个变量（或是一个研究者同时从两个不同的角度测量一个变量）可以得出相同结果。这个问题很重要，因为如果测量不能成功被复制，那结果可能是由测量者所决定的，而不是由整个研究中的变量决定。我们永远都不会知道计算结果中不可靠测量的真正影响。

基于这个原因，最好在使用任何变量之前检测它们的可复制性。这项工作可以由两个或更多的人来完成，或者由一个人一次检测少量样品（例如 20 ～ 40 件），在适当的精确级别上对结果进行合理的统计运算。如果不能达到 90% 的最低精确度，通常意味着技工对变量的测量略有不同。如果研究者达不到这个标准，那下一步就要再斟酌那些产生不同结果的标本，强化对变量的界定，再试一次。这个过程可以在结果达到一致或在变量变得太难处理之前连续进行三次或四次。菲什（Fish 1978）和奥德尔（Odell 1989a）

在这方面进行过较为详细的讨论。

变量概念中值得考虑的另一个方面是有效性（validity），也就是所用的变量是否真正在测量你所考虑的内容。在前面章节中，我们注意到，在应用沙利文—罗森分析法时，有效性是一个问题，因为这项方法不能区分从石核上剥制石片与工具生产两个阶段。引入尺寸级别显然会提升系统的有效性。对工具生产、两面器剥片的不同阶段、不同时间段等不同的人类行为的识别，构成了推动考古学家进行废片分析的首要动力，所以有效性极为重要。

在对石片的测量中有很多项指标，其中可复制性最强的就是重量（weight）（Magne and Pokotylo 1981; Amick et al. 1988; Mauldin and Amick 1989: 77; Odell 1989a）。重量也是剥片阶段中一个相当好的指标，因为它与其他线性参数共变（Shott 1994: 80）。石片台面的某些特性也表现出可复制性和辨识性（Odell 1989a；Andrefsky 1998）。台面上携带的小片疤数量（number of striking platform facets）通常可以有效地区分从石核上剥制石片和制作两面器产生的石片，因为两面器的台面显然比石核的台面经过更精细的预制，形成更多的修理性片疤面（Magne and Pokotylo 1981; Tomka 1989: 146-147; Bradbury and Carr 1995, 1999）。台面的特征，包括台面疤数量（facet count），也被成功地用于识别两面器制作阶段（Dibble and Whittaker 1981; Morrow 1984; Johnson 1989）以及使用石锤的类型（Hayden and Hutchings 1989; Bradbury and Carr 1995）。

其他的一般变量显然不如重量或台面特征有用，但是和其他变量一起使用就可以提供很多信息。例如，石片背面的石皮覆盖率（cortex cover）一直被用来指示制作阶段：石皮越少，制作阶段就越靠后。然而，石皮覆盖率在整个制作过程中都会有很多变化，它

不能非常可靠地指示石片所处的具体制作阶段（Bradbury and Carr 1995; Andrefsky 1998: 114）。奥德尔（Odell 1989a）发现这个变量可适当用来辨别制作程序的初始与结束，但不足以辨别确切的制作阶段，而莫尔丁和阿米克（Mauldin and Amick 1989: 70）则认为这一变量只能用来确定制作的早期阶段。

有一些废片变量可用与否还存在争议，这些变量对石片性质的指示性不稳定，因研究者和研究问题而异。例如，布拉德伯里和卡尔（Bradbary and Carr 1995）总结出背面片疤数量（dorsal facet count）是识别无台面石片（non-platform remnant-bearing，简称NPRB）很好的指标，奥德尔（Odell 1989a）却发现这个变量只能识别 哈丁尖状器[1]生产的中间阶段，但不适用其他情况。因为其中

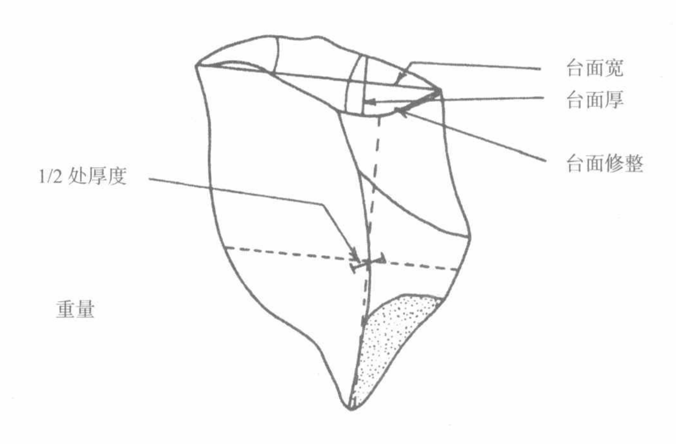


图 4.21　废片变量中最全面的特征（Odell 1989a：Fig. 10）

1　哈丁尖状器（Hardin point），因伊利诺伊州的哈丁（Hardin）郡而得名，是一类精致的投掷尖状器。——译者注

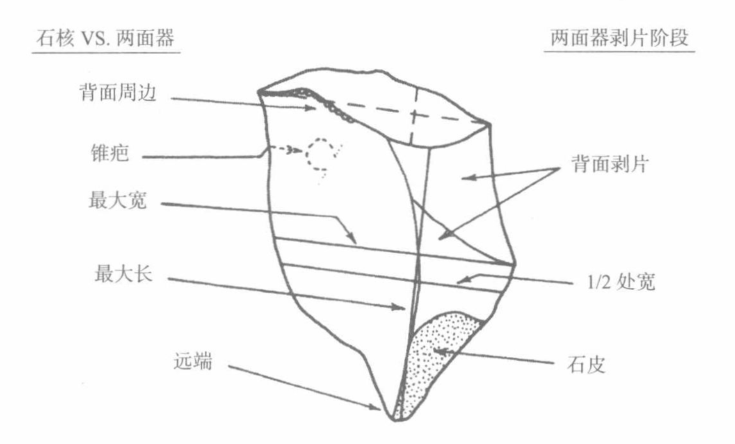


图 4.22　区别石核剥片与两面器制作以及两面器制作各阶段的有效变量（Odell 1989a：Fig. 11）

一些变量的指示作用还不明确，所以我们姑且不谈“好”的变量或“坏”的变量，那样有碍研究的积极性。无论如何，我的研究结果（Odell 1989a）和其他人的研究结果大体一致，表明某些变量对考古学家最关注的问题更加重要。图 4.21 列出了我所发现的全部的最佳识别指标。图 4.22 表示的变量对于区别从石核上剥制石片的产品与两面器加工所产生的石片，以及区别两面器不同生产阶段中的废片特别有效。对石片特征感兴趣的研究者会发现他们有必要考虑另外一些文献。附栏 4.3 中提供了一些推荐资料。

附栏 4.3　石片特征研究

本书几乎通篇在介绍石片特征研究和提供解决考古学问题的一般性指南。为了讨论解答不同问题的变量的功效，有兴趣

的研究者必须深入研读相关的考古学文献。这些文献不是特别通俗易懂，因为多数学者在运用相应的方法定义他们设定的变量时，并未评估它们对实验数据的可复制性和识别力，而是直接应用于考古学材料。尽管在这些研究中经常使用的多元统计法表现出每个变量对结果的作用，但是引发这些结果的具体人类行为还是一个谜团。此外，多数考古学家只对这个应用的直接效果感兴趣，而不太注重对变量和方法本身的评估。

更具体地说，博士论文绝对是良好的资料。因为这些论文提供了一些有关变量最有力和最详尽的研究（如 Katz 1976; Phagan 1976; Magne 1985）。有兴趣的话可以从各个大学寻找这些博士论文，你所付出的时间和金钱绝对不是徒劳的。

已发表的研究成果比较容易获得，但是通常不如博士论文中定义和评估得充分。另外，发表文章所探讨的问题和资料比博士论文有限得多。迪布尔和惠特克（Dibble and Whittaker 1981）、玛格纳和波克迪洛（Magne and Pokotylo 1981）、阿米克等（Amick et al. 1988）、布拉德伯里和卡尔（Bradbury and Carr 1995, 1999; Carr and Bradbury 2001）等学者的研究提及了一些比较好的评估石片变量的研究成果。这方面总结性的资料可参见肖特（Shott 1994）和安德列夫斯基（Andrefsky 1998: ch. 5）的文章。如果你想一次性参考到位，那内容最齐全、最浓缩的有关实验废片研究和变量评估的成果就是阿米克和莫尔丁的一系列文章（Amick and Mauldin 1989）。本小节确实没有提到关于该领域的某些重要贡献，只做抛砖引玉，更深入的内容还请读者自己继续探索。

废片特征研究适用于多种情况，但是它们看起来尤其适于两个问题，其中第一个问题是：

问题 17：如何用废片识别不同时期的石制品组合？

解答这个问题要求数据库的时间跨度和组合内涵具有良好的年代学控制。迈克尔·皮茨（Michael Pitts）建立了这样一个数据库，包括英国南部和意大利的考古学组合，时代涵盖旧石器时代晚期至青铜时代（Pitts 1978）。皮茨采取聚类分析和主要组成分析来研究未加工石片的一系列宽长比率，成功记录了中石器时代早期精良的石叶生产，中石器时代晚期和新石器时代早期似石叶类型的减少，以及新石器时代晚期和青铜时代的似石叶类型持续减少的情况。英国和意大利相关石片宽度的年代学界限有所不同，表明不同的工具在两个地区产生的不同动态机制。

之后，皮茨和雅各比（Jacobi）采用类似的长宽比率分析程序，研究了英国南部中石器时代和新石器时代石制品组合中的未加工石片及斜钝边细石器（Pitts and Jacobi 1979）。他们证明，在中石器时代，石片由窄变宽，斜钝边细石器由小变大。宽石片与中石器时代晚期因燧石供应量下降而造成的控制石叶技术弱化有关。新石器时代开启了对燧石矿的开采，依赖更强大的社会、经济采备机制，燧石的可获性得以增加。此时随着石叶的生产，废片变得越来越窄，石叶类石片又受到了青睐。

成功应用废片分析解决的第二个研究问题是：

问题 18：如何运用废片分析识别不同的遗址类型？

约翰·伯顿（John Burton）在分析英国南部两处新石器时代遗址克里克莱希尔（Crickley Hill）和格赖姆斯—格雷夫斯（Grimes Graves）的废片时遇到了这种状况（Burton 1980）。后者是一处著名的燧石矿和石器制造场，其产品在英国南部各处以及更远的地区都有所发现。该遗址尤以“石斧工厂”（axe factory）而声名远播，这里生产的工具对于农田清理和永久性房屋建造等新石器时代的普遍活动非常重要。而克里克莱希尔与最近的燧石产地相距 80 公里，是一处完全不同的居住遗址，遗址中未发现与格赖姆斯—格雷夫斯类似的大量加工残片。

在实验性地复制了两件手斧之后，伯顿根据尺寸和认知技术（如两面器修薄石片）将残片分为六个级别。将所有变量进行判别函数分析，从中获得了每个居址的废片特征。格赖姆斯—格雷夫斯石制品组合含有大量制作石斧时产生的大石片和专门化程度不高的石片工业。克里克莱希尔石器组合则以小石片占优势，尤其是两面器修薄石片，显示出对从其他地区引进的石器进行维修的高度重视。在这个案例中，废片的尺寸是识别两种新石器时代居址的清晰指标。

集群分析

对单个石片特征的分析可以促进对特定问题的研究，但是过于单调。最有帮助的特征往往很小或难以测量，而且简单地记录数据要花费很长时间。另外，应用石片特征分析解决考古学家感兴趣的问题的有效程度还存在争议，因为某些测量问题以及最佳分析技术问题尚未解决。因此，一些分析者转向了集群分析（mass analysis），这种分析可以通过快速处理大量石片获得有用的结果。

正如上面讨论的石片特征研究一样，大多数集群分析通过区分不同废片来识别遗址类型和生产轨迹。集群分析主要以如下假设为基础：大本营或村落以全方位的人类行为和石器制作行为为特点，包括在原地的工具生产和工具维修。另一方面，特殊用途的营地是为了开采特定资源而建立的，人类对其占据的时间短于大本营。因此，尽管特殊行为或生产环节因遗址中不同的行为而各异，但这类特殊营地的工具组合应该局限于特定的技术行为或生产过程。例如，试打片卵石和初级剥片往往在石料开采遗址或采石场占主体，而较小的修锐石片或维修石片则往往在石料产地以外的动植物加工营地占有优势。

像这种与尺寸相关的问题可以通过测量单个石片来解决，但是通过一套筛子来筛选石制品材料，然后对比结果则更为简单。斯塔勒和邓恩（Stahle and Dunn 1984; 参见 Raab et al. 1979）进行过这种研究，他们复制了阿肯色州西北部的阿夫顿尖状器（Afton point），其剥片可分为四个阶段，各阶段产生的残片依次被收集。残片通过一套 10 个嵌套的筛子进行筛选，筛子的有效尺寸（对角线）为 4.5 ～ 71.8 毫米。研究者将所得到的结果同理论模型进行对比，发现与韦布尔函数最相符。利用判别函数分析，研究者成功地区分了混杂在一起的后两个阶段（三、四阶段）的产品。

这种方法利用的是石片的平均尺寸，对混合的标本很难区分，因为它们被归入到最接近的各个制作阶段中（Stahle and Dunn 1984: 23）。但是，通过广义最小二乘法，将两面器制作阶段套用到未知的石片组合中，就能提供某些识别性特征。这种方法需要的数据生成很简单，因为它只涉及收集的石片样品，然后用不同尺寸的筛子筛选即可。但是，解释这些结果就没那么容易了，需要大量

的统计学知识。

最具说服力的集群分析要数斯坦·阿勒（Ahler 1989a、b）设计的课题。阿勒的系统要求有一个庞大的实验数据库。实验的解释核心围绕着每种主要原料的技术过程：①徒手锤击砾石实验；②徒手用硬锤从石核上剥片；③硬锤砸击剥片；④两面器制作第二阶段，硬锤修理边缘；⑤两面器制作 3 ～ 4 阶段，软锤修薄两面器。这些实验被作为和考古标本进行对比的基础，在判别函数统计的帮助下加以解释，有时在特定情况下用样品的石皮覆盖率加以解释。实验可以进行两组、三组，根据这两三组实验得到的判别函数的计算结果，就可以确定相应的实验数据。然后将考古废片组合与实验数据分区图进行对比，进而获得全面解释。

阿勒的集群分析技术较之于单个石片研究具有一些优势——易于获得结果，而且处理时间很短。利用判别函数统计，一个未知组合即使在混合的情况下也能被精确地分类。但是，这项技术所依赖的一系列实验，花费了几年的时间。尽管能够描述某种特定废片的生产技术，但技术上的混合仍会造成解释上的困难。而且一般技术的特点或许不是未来考古学家感兴趣的唯一问题——台面形态、背面片疤、原料成分与终端类型的对照关系以及热处理等方面，都是这项技术不能解决的潜在问题。因此，集群分析并不是石器分析者解决所有疑惑的钥匙，但它是分析技术的一个重要组成，所有这些技术结合起来才可以为阐释提供大量信息。

总结

本章讨论了组合多样性的问题，或者说告诉你在了解了单个石

器的知识以后，如何处理堆在实验台上的大堆石头。正如其他令人沮丧的工作一样，面对这种棘手状况的最有效方法就是将它分解为较小的、较易控制的单元。一种简捷有效的方法是，将那些经过特殊处理的标本挑出来，即经过修理的打制石器、深度磨光石器或琢制粗化石器。这样就形成了两个可以进一步分析的子集：器型类与废片。

在考古学家想了解的石制品组合的若干特征中，有两个特征是本章重点介绍的——形态特征和技术特征。形态分析记录了器型类的外形与相关特征，通过创建一个分类系统，将单个器物套入系统即可。尽管分类可以建立在任何特征的内在子集的基础上，但最流行的分类是将标本分成可以继续再分类的不同类型。技术特征描述了石器的制作方式，也经常记录其他与制作有关的特点，诸如石皮覆盖情况、背面片疤以及热处理等。应用分类单元频率，可以通过诸如雪花图、累积曲线图、布雷纳德—鲁宾逊系数等技术来比较两个石器组合。

未加工废片也可以揭示工具的制作方法和石制品组合所在遗址的整体功能。废片可以用单个石片分析或集群分析加以研究，每种分析记录了一个组合中略微不同的参数。单个石片分析可以采用阐释性或价值评估单元（两面器制作产生的石片、过击石片）或非阐释性单元（破裂类型）来对所有标本进行分类。此外，单个石片研究可以强调特殊的属性，诸如台面磨蚀或边缘角。石片整体研究或集群分析，用大小不一的筛子筛选标本得到重量或尺寸的分布频率。结果可以通过与表现一系列生产轨迹的实验标本的对比来阐释。

本章介绍的分析组合多样性的技术并不全面，但它们提供的信

息足以引领初学者起步。事实上，石制品分析实在是一项劳动密集型工作，通常难以绕过本章提到的技术。而分析严谨性的下一个层面通常需要深入细致的统计学评估，而这些技能不是本书所要讨论的内容。

第五章 石器功能

前几章在讨论了石器起源、石料来源之后，接着探讨了石制品形态学、生产制作和技术中最重要或最特别的方方面面。石制品的形态和石料来源与地质状况密切相关，因此，要研究一个地区的考古材料，对相关的地理地质背景知识就要了然于胸；石器的形态和制作问题最好通过复制实验、深度观察和全面了解该地区考古学序列来解决。在考古学研究史中的大部分阶段，学者所做的研究和阐释都是围绕上述领域完成的。

与此同时，对于石器分析来说，还有一个最为关键的环节是空白的，那就是：一件石器是怎样被使用的。当然，许多考古学家都认为他们“知道”这个答案，即通过石器外形来推测它们如何被使用。因此，那些看起来像矛头或是刮皮或是其他用途的器物，就被推测曾经从事于这些相关的活动。问题是，这些名称是根据有限的民族学案例和 19 ～ 20 世纪对石器用途的观点得来的，并没有确凿的证据证明这些石器曾经被这样使用过。事实上，不断出现的证据表明，世界上有些地方现存的石器时代部落使用石器的方式，与西方对石器使用的传统观点是截然不同的

（如 Heider 1967, 1970; White 1967, 1968; White and Thomas 1972; Hayden 1977）。我们对史前石制品研究了这么长时间，至今对其真正的用途少有斩获。

在过去的四十年中这种情况发生了改变，出现了一些可以从石器上获取功能信息的方法。这一领域的研究在两方面有所发展：研究使用过程对石器本身的改造；研究使用过程中被加工物质在石器表面的附着物或称残留物。本章将讨论这些领域的进展，并提供一些信息，以便帮助你展开对你所感兴趣的课题的研究。

使用痕迹分析

背景

考古学家的意识中一直保留着对石器功能的关注，即使在分析功能要素的技术手段尚未发展成形的阶段也是如此（参见 Vaughan 1985: 4 中的参考文献）。研究初期得出的结论是，石器的破损程度因使用过程而异，但也只是对常见的工具做评判而已（如 Evans 1897: 504、555; Ray 1937; Peyrony et al. 1949; Evans 1957）。这时期有一种石质工具类型因表面独特的使用痕迹而备受关注，即石叶镰刀；这种器型在近东的早期定居社群和农业社群中被广泛使用（Curwen 1930, 1935）。镰刀上的痕迹，主要是表面明亮的光泽，这些光泽非常明显，通过手持放大镜就能轻易地观察到。可惜，除此以外，其他大多数工具的使用痕迹既不容易观察到，也不十分典型，因此这类研究一直处于非主流地位。没有研究者尝试分析其他工具类型的使用痕迹，或研究石器上更细微的富有特征的使用磨损痕迹。

这种情况随着谢苗诺夫《史前技术》一书的出版得到改变。该书于1957年在俄国出版，1964年被翻译成英文。这本书是对当时石器使用痕迹的实验研究和考古学研究，即后来所说的“使用痕迹研究”工作的完整体系。谢苗诺夫首先运用金属工具如钢质刀片和钻头等开创了这项研究的模式。金属表面能观察到的主要使用痕迹是条状磨痕，或称为条痕（striation）的细小刮痕。他将这个模式应用于不同地区和时期的考古出土石器，以此得以在石器上发现与金属工具由相同的使用过程所产生的条痕。这项研究促使所有圣彼得堡考古学研究所的研究人员转向了石器功能研究，并在石器研究领域开创了一条全新的道路。《史前技术》在西方大行其道，一项分析表明，在1961～1970年《美国古物》上发表的所有文章中，该书的引用次数最高（Sterud 1978）。原因不仅仅在于这项技术的创新性，还因为所有人都意识到这项研究的重要性但却没人从事过，所以至少要引用一下这本书才跟得上潮流。

在深受谢苗诺夫影响的时期以及其后一段时间内，功能学研究一直是焦点。与谢苗诺夫不同，欧洲和北美的研究者在组织课题的时候很少选择综合性、全面性的选题，而是选择更容易实现研究目标的小问题。罗森菲尔德（Rosenfeld 1970）、尼森和迪特摩尔（Nissen and Dittemore 1974）、布灵克（Brink 1978）关于刮削器的研究，索南菲尔德（Sonnenfeld 1962）关于石锄的分析，以及赫丝特（Hester）等对各种边缘破损类型的研究（Hester and Heizer 1972; Hester et al. 1973; Hester and Shafer 1975）都是如此。在这一时期，凯勒（Keller 1966）完成了一系列规模小但较全面的实验，成为西方此类研究的先驱。

20世纪70年代，三个系列全面的实验在三大洲同时展开。奥

德尔（Odell 1977）和坎明加（Kamminga 1982）使用的是反光体视显微镜，这种技术后来被称为低倍分析法（low-power analysis）。基利（Keeley 1980）使用的是内置光金相显微镜，这种技术后来被称为高倍分析法（high-power analysis）。这些工作在1977年由布莱恩·海登（Brian Hayden）在温哥华主办第一届使用痕迹研究大会前已经取得了良好的进展。大会第一次将该领域中各自为战、各行其是的相关学者集中起来，讨论一些综合性问题和这项新兴技术的发展前景，会议最终将这门分支学科的所有研究成果汇集成册（Hayden 1979）。这次会议开创了一个愉悦宽容的学术氛围，以至于大家都感到前景一片大好，不同的研究方法可以共存。然而，这种令人欣喜的局面并没有持续很长时间。

那个时候的工作重心是提高这项方法的精确度，证明实验工作的有效性，吸引更多研究者转向这个领域，并且向外界人士呈现可信的结果。当时采用了盲测（blind test），即一人独立使用一系列工具，然后交给分析者进行三方面的分析：使用痕迹部位、动作方向和加工材料。首次盲测（Keeley and Newcomer 1977）显示，高倍法在这三方面都可以产生公认的精确结果，这一观点后来被班夫斯等人所证实（Bamforth et al. 1990）。奥德尔和奥德尔—韦雷肯（Odell and Odell-Vereecken 1980）通过对低倍法的验证，提出低倍法在使用痕迹部位和动作方向上也能得出精确结果，但是对于确定具体的加工对象不太精确；事实上低倍法分析从一开始就认识到在辨识具体加工对象问题上的缺憾。然而通过对4个硬度级别加工对象的判断，奥德尔也提供了低倍法对于加工材料精确判断的证据。随后，谢伊（Shea 1987, 1988 a、b）进行的盲测实验证实了这些结果。

讨论本应到此为止，低倍法确实可以观察到石器的使用痕迹，这项技术本身，也开始占据了前所未有的稳固地位。约翰·托门丘克（John Tomenchuk）在低倍显微镜下采用工程学原理和量化破损痕迹对石器边缘进行分析，推知石器的运动方向和加工对象（Tomenchuk 1985）。尽管在过去二十年间也曾有人做过零星尝试，这项实验仍然是唯一采用完全客观中立变量所做的使用痕迹分析的成功案例，而且研究者确立了使用痕迹与破损之间的关系。但是，托门丘克的成功因为高倍法的蓬勃发展而遭受冷眼。当时低倍法趋于低迷，托门丘克成为误解与无知的牺牲者（Odell 1987）。

高倍法在发展过程中也遇到了一些挫折。其中之一涉及沉积后发生的表面变化（post-depositional surface modification，简称PDSM），例如土壤化学成分、石器清洗等因素引起的石器表面改变，这些都会在石器被废弃之后产生影响（Baesemann 1986; Levi-Sala 1986, 1993; Plisson 1986; Plisson and Mauger 1988; Kaminska et al. 1993）。分析者们通过交流讨论，清晰地认识到这些外来的非使用因素对石器的影响。然而，对于一个已经对使用痕迹分析持有负面态度的外行人来说，这些讨论已经表达了这种技术的缺陷与外界的质疑。

20世纪80年代中期公布的两项盲测结果又引起了使用痕迹分析界的震荡。其中一项是对21件燧石工具的检验。分析小组由四名不同国籍的使用痕迹分析专家组成，使用的仪器是高倍显微镜（Unrath et al. 1986）。盲测结果进行的不是十分理想，尽管乏味的尝试令大家勉强接受了盲测结果，但其精确度比此前进行的两次盲测要低很多。

第二项检测是由使用痕迹分析者和一名持放大镜的技工进行的，由参加过首次盲测的马克·纽科默（Mark Newcomer）策划安排（Newcomer et al. 1986）。盲测中，对10件工具的三项观察精确度都较低。事实上，手持放大镜的技工和使用痕迹分析者得到的分数差不多。随后的讨论认为——现在看来也是正确的认识——每件工具使用10分钟的时间不足以产生较强的、可以识辨的光泽（Moss 1987; Bamforth 1988; Hurcombe 1988）。总之，这两项盲测实验的结果对使用痕迹分析领域产生了很大的负面影响，并且更加坚定了反对者的声音。

这些事件造成了一种混乱局面。这个领域存在的一些方面的问题已经被认识到和被评判过，并且在多数情况下，这些问题或被克服或被扭转。然而，持续的争议使一些对此感兴趣的外围考古学家误认为，使用痕迹分析领域较为混乱并且没有任何进展。不管一个石器使用痕迹分析者站在争论的哪一边，最终都受到争论的负面影响，形成了当下的局面。

20世纪80年代晚期至90年代早期，失败的负面影响、使用痕迹分析尚不能如期被广大考古学家所接受的状态最终在使用痕迹分析界达到了顶峰。在这个当口，突然出现了一个声音，呼吁在使用痕迹分析中使用最合适的技术，在解释中利用所有可能的使用痕迹，并综合使用一种以上切实可行的使用痕迹分析方法（Hall et al. 1989: 137; Unger-Hamilton 1989; Grace 1993a: 385, 1996: 217; LeMoine 1997: 15）。讽刺的是，这些观点将使用痕迹分析带回到了1977年的状况，但物是人非，到90年代负面影响已经形成了——这个领域只有极少数学者涉猎，广大考古学者仍然质疑使用痕迹数据。尽管使用痕迹分析实践者在努力地向同行们用实验表明自己工

作的可行性和可靠性，在一定程度上远远超过从事孢粉鉴定、哺乳动物化石和古植物遗存鉴定的科学家所做的，局面也未能被扭转。尽管如此，积极的一面也是存在的，广泛的测试和深刻的反思共同克服了许多潜在的问题，在潜移默化中提高了这个领域从业者的专业水平。

技术手段

依据使用仪器的差别，观察使用痕迹的技术手段目前有以下四种。根据放大倍数排序，四种技术分别为：宏观观察、低倍法、高倍法和扫描电镜技术。本章的主要问题是：

问题 19：对于考古器物组合的功能研究来说，哪种技术最有效？

宏观观察

宏观观察即裸眼观察，通常用 10 倍的手持放大镜加以辅助。有时使用痕迹会非常明显，在放大镜下即可观察到，用薄刃缘加工硬质材料（如屠宰动物）或者石叶镰刀上的明亮光泽都是很好的例子。但遗憾的是，这些是唯一能用放大镜做出精确判断的情况，因为比这些痕迹更细微的痕迹通常是肉眼不可见或者注意不到的。作用于肉、鱼和软性植物等软性材料所产生的加工痕迹一般都是肉眼观测不到的，厚刃缘加工硬质材料所产生的痕迹也不能被肉眼观察到。另外，使用放大镜方法的分析者往往针对工具边缘而不是尖部，这些部位比较薄，后者则比较钝。一般来说，实际存在的使用痕迹远远多于肉眼可以观察到的。因为主要的使用痕迹类型（例如加工软性材料的使用痕迹或者尖部的使用痕迹）通常会被肉眼所忽

视，所以我们无法判断肉眼可观察的痕迹所指示的功能。反之，许多因岩石坠落、耕种或考古发掘所造成的破损会产生与使用磨损相似的痕迹，必须用显微镜才能区分。

学术界对宏观观察法的反馈并不尽如人意，就如同类型学系统中，曾有人以功能性为基础划分出“使用石片”这一类型，得到的反馈非常负面。宏观观察法也命运相似，用来评估研究者能否精确分辨这类石片是否被使用的检测已经进行过多次，结果全都令人失望。这些研究结果（Young and Bamforth 1990; Shen 1999）强烈支持这样的观点，即肉眼观察方法不精确无法被用于考古标本的功能学分析。因此，这里不再对肉眼观察技术详细讨论了。

扫描电镜技术

显微观察级别的另一个极端是扫描电镜（Scanning Electron Microscope，简称 SEM），一种通常需要技师协助的大型设备。这种仪器的成像不依赖光线，而是由磁场或电场控制的电子流决定。因为这项技术不依赖光线，观察物体不受光传播物理学原理的约束，所以放大倍数大大提高。因此，该技术可以产生高放大倍数、高分辨率和大景深的影像（Hay 1977; Del Bene 1979: 169; d'Errico and Espinet-Moucadel 1986）。照相操作也很简单，效果清晰。

从考古学角度来看，这项技术的主要问题是观测对象的放置和观测。所有仪器都包含一个放置观测对象的小型平台，这严重限制了被观测标本的尺寸。此外，许多扫描电镜要求将样品放置在真空容器内，并且要求在样品表面涂抹金属涂层。因此，将凹面石磨盘或刮削器置入扫描电镜中非常困难或不合适——不仅仅因为样品大小，还与真空容器和镀金属处理有关。研究者曾经制作人造样品或

用醋酸酯复制标本表皮，以此替代原始标本来解决这些问题。有些人造样品在很高的放大倍数下仍具有较高的图像分辨率，而且醋酸酯替代品可以弥补原始样品表面凹凸不平的缺陷，因此更有助于观察（Knutsson 1988: 26-29）。

关于使用扫描电镜观察石器的详细讨论参见附栏 5.1，其中涵盖了这种仪器的优点和缺点。其优点很明显：放大能力极高，能捕捉视野中几乎所有的细节而不失去影像的分辨度和景深度，其细致度和清晰度是任何其他相关视觉技术无法比拟的。扫描电镜技术还拥有对使用痕迹的完美观察能力，其最有效的应用是观察使用痕迹的产生与发展。如附栏 5.1 中所述，扫描电镜帮助谢尔·克努特松（Kjel Knutsson）搞清了使用痕迹的形成过程，并对其发展模式进行了检测。

附栏 5.1　扫描电镜在北方森林带遗址中的应用

瑞典学者谢尔·克努特松进行了一项著名的石英工具实验研究（Knutsson 1988）。虽然他使用的是 1970 年制造的老式 JEOL JSM U-3 型扫描电镜，这种型号的扫描电镜当然现在已经改进和升级了，但是他所用的与现代扫描电镜不同的地方只是倍数的高低，而不是类型的区别；现代扫描电镜依然具有一样的原理和缺陷。这台仪器采用低电压扫描模式，放大倍数为 1000 ～ 10000 倍。

石英石是瑞典史前文化中常见的石器原料，克努特松的研究兴趣在于石器表面的痕迹。另外，为了表述一套不同于当时的使用痕迹研究模式，他聚焦于磨痕产生的过程。他从几百件

实验标本中挑选了28件进行扫描电镜分析。这些实验标本经过使用后，在清洁剂溶液中放置24小时，用流水洗净，在5%的盐酸溶液中浸泡24小时，再用流水洗净，最后在装有蒸馏水的超声波仓中放置30秒。

准备用扫描电镜观察的标本被破碎为几小块，使用边缘的适当位置被分为1厘米×1厘米的小块，粘在观察载玻片上。不适于观察的标本则用胶态银包裹起来以增加传导性，再在外部涂600埃（Å）厚的金层，然后就可以使用扫描电镜观察了。尽管克努特松在分析中使用小块的实验制品，但他曾经在其他分析和此次实验的初期使用过醋酸酯替代品。克努特松著（Knutsson 1988: 26-29），以及与霍普（Hope）合著的文章（Knutsson and Hope 1984）都介绍过使用痕迹分析中石器表面涂层的制备。环氧浇铸也可以生成颗粒足够细腻的石器表面复制品，适用于很高的放大倍数，说明观察标本的尺寸并不是问题（Plisson 1983; Unrath and Lindemann 1984; Bienenfeld 1995; Banks and Kay 2003）。

对这28件实验标本的扫描电镜分析实现了对细节的关注，比如石器表面的起伏、溶解现象，以及使用痕迹从使用开始到结束的发展变化，因此研究者掌握了使用痕迹的整个形成过程。这项工作成功建立了一个观察模式，即多数石英的磨痕是由机械过程引发的，辅以硅质沉淀、塑性形变和溶解现象的影响。为验证这个模式，研究者对一些使用工具表面进行了氟化氢氨腐蚀处理，由于腐蚀加深了使用痕迹的特征，使观测更容易，最终的结果验证和肯定了上述观察结论。

令扫描电镜技术在使用痕迹分析中奏效的特点反而使其不适用于对器物组合的分析。小尺寸的样品容器和必须对标本进行表面涂层处理，限制了对标本的直接观察，即使只针对石器组合的一小部分也不可能实现。这个问题在某种程度上可以通过醋酸酯复制品得以弥补，但是也需要时间，而且如果不借助其他显微技术观察石器来进行初步选择的话，如何知道石器的哪个部分需要复制？这就是克努特松在大量的实验标本中仅仅选择一小部分进行扫描电镜观察，而其余都采用其他技术进行分析的原因。扫描电镜技术确实对于石器分析非常有效，但是仅能解决小尺寸样品的特定问题。

光学显微镜

使用痕迹分析的主要工具是以采光为原理的光学显微镜，由此我分别称之为低倍法和高倍法（Odell and Odell-Vereecken 1980）。就目前所知，这种术语并不合适，因为两种分析技术最大的差别并非放大倍数，而是照明光源 —— 特殊光源有助于观察某些特征。当然，两种技术的放大倍数确实不同，当前使用的术语也的确概括了这个区别。

不管采用哪种光学技术，功能学研究都缺少不了复制实验的环节，在这些实验中，石质工具经历了多种使用方式和不同加工对象的工作程序。为了和考古学背景相联系，制作实验标本的石料应该与将要研究的石器组合中的主要石料相似。实验所设置的使用行为应该比较全面，并且与所研究的史前人类行为有关，加工对象也应该是当地的史前人类可获得的。

各类文献都广泛介绍了使用低倍显微镜的研究者以往的具体工作。包括刮削（Brink 1978; Schultz 1992）、雕刻（Stafford 1977）、屠宰和投掷等动作（Fischer et al. 1984; Odell and Cowan

1986）。特林汉姆（Tringham 1974）、劳伦斯（Lawrence 1979）、阿勒（Ahler 1971: 81-87）、坎明加（Kamminga 1982）和奥德尔（Odell 1977，1996）发表过更为综合的实验报告。用高倍法进行全面实验的研究者有基利（Keeley 1980）、芹泽等（Serizawa et al. 1982）、曼苏尔—弗朗肖姆（Mansur-Franchomme 1983）、普利松（Plisson 1985）、莱文施泰因（Lewenstein 1987）和帕夫利克（Pawlik 1995）。此外还有一些关于特殊行为或特殊工具类型的实验，如农业行为（Anderson 1992; Unger-Hamilton 1992）、投掷尖状器（Meeks 2000）、骨角的加工（Pawlik 1983）、鱼类加工（van Gijn 1986），以及其他活动。

在接触考古标本之前，研究者应该仔细研究实验标本，并在观察考古标本时随时与实验标本进行对比。对实验标本进行盲测也是个好方法，在得到满意的结果之后再做考古标本分析。这个过程会产生良好的精神效应，既能暴露操作过程中的弱项，同时又树立了研究者阐述使用痕迹的信心。这种盲测不必进行得像发表论文那样正式，即使研究者自己单独进行也可以，关键是真实可信。

下面的讨论表明低倍法和高倍法都适用于考古标本研究。当然，就具体研究问题，两种方法各有优势。以分析单个石制品举例来说，有两个基本的功能问题需要提出来，其一是：

问题 20：哪种技术适合用以确定一件工具涉及的主要活动？

低倍法

低倍法使用痕迹分析方法采用的仪器是生物学实验室应用多年的标准化设备，它曾经被称为“解剖显微镜”，因为经常被生物学

专业的学生用来观察青蛙和猪胚胎等小型生物体。现在，它通常被简单地称为“体视显微镜”。这种仪器在石器使用痕迹研究早期即被使用，在谢苗诺夫的专著发表之后，它仍是俄国和西方业界使用的主要显微镜类型。在特林汉姆于 1966 ～ 1967 年对谢苗诺夫的圣彼得堡实验室访问（Tringham et al. 1974: 178）之后，这种显微镜似乎理所当然地成为发展谢苗诺夫理念的工具。

体视显微镜有许多过人之处，最起码的是易于使用。我使用的是 Nikon SMZ-10 型，带有变焦镜头、可移动 10 倍和 20 倍的目镜，以及一个可以装在镜头管下部的 2 倍镜头。使用 10 倍目镜，没有其他附件，显微镜的放大范围为 6.6 ～ 40 倍。下面加上 2 倍的镜头可以使倍数增加到 80 倍，而如果使用 20 倍的目镜，则可以达到 160 倍。虽然没有类似扫描电镜那样的载物平台，但是一件石制品也可以被稳固地放在载物台上或用橡皮泥固定在合适的位置。一般情况下，我们可以手持石制品在显微镜下移动，直至对焦为止。反射光源斜照在被观察对象上，以增强视野内的对比度和景深，这对于解释立体形态特征很必要。

石制品的所有边缘和表面是系统观测的主要焦点，倍数可以随时升高或降低以获得良好的观测效果。在观察考古标本时，我基本总是用 2 倍物镜达到 80 倍的放大效果；偶尔更换目镜提高放大倍数也是必要的，有时要提高到 160 倍。与扫描电镜技术和高倍法相比，这仍然属于放大倍数较低的级别，但视觉上已经比手持放大镜放大了许多倍，足以看见并记录所有类型的痕迹。

如果你要购买低倍显微镜，一定要选择带有能装配已有目镜适配接口的型号，或是三目显微镜。第三个目镜是连接拍照附件的，这样拍照的时候就比通过一个目镜聚焦更简单。我曾经用体视显微

镜目镜中的交叉瞄准线进行对焦，花费了相当不少的时间，所以我能告诉你，如果你想愉快的尝试这项工作，你绝对需要一个最理想的目镜接口。这个忠告是我从在荷兰工作的经历中得到的，那时我每天结束 6 ～ 8 小时的显微照相之后，眼睛已经模糊不堪，以至于在回家的路上一直担心掉进水沟里。

之前提到的每种使用痕迹，从边缘破裂到磨圆、表面光泽和条痕，都是用来解释工具功能的基本要素。事实上，单纯使用机械破裂进行功能阐释，而缺乏确凿的边缘破损证据，是不太靠谱的。尽管许多严谨的研究者始终遵循这一点，但是我在以前发表的文章中并没有特别强调这一点，而是将重点放在解释所需要的辨别要素上（如 Tringham et al. 1974; Odell 1980b，1981a；Odell and Odell-Vereecken 1980）。但是，这一点由坎明加（Kamminga 1982）着重强调过。他的实验是低倍法实验研究中极为重要的一项工作。坎明加在研究中对磨损变量的描述是对边缘破裂分析最完整全面的表述，遗憾的是这些成果却没有引起足够的重视，不少使用痕迹分析者要么从未阅读过他的文章，要么就是忽略了他的观察而采取了不同的方法。

所有视觉上可见的破损都以某种使用痕迹的特定形态来描述，某些痕迹的识别度自然要比其他痕迹高得多。举例来说，刮削动物毛皮会快速造成边缘磨损，并最终产生光泽和高程度的磨圆痕迹。这些特征已被用燧石刃缘刮削新鲜毛皮的实验所证明（图 5.1），光泽和刃缘磨圆常常与垂直于刃缘的条痕共存（Gallagher 1977; Brink 1978: 101-113; Hayden 1979, 1990; Kamminga 1982: 38-43; Odell 1996: 43-45）。刃缘破损仍是指示史前加工行为很好的指标，因为不同的破裂尺寸、终端状态和分布状态与特定动作或加工材料有关。屠宰所产生的独特破裂情况参见图 5.2。特林汉

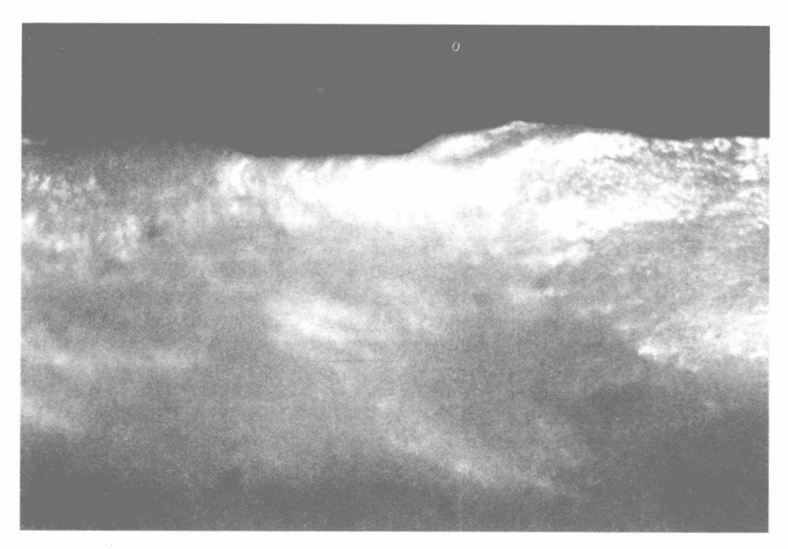


图 5.1　刮削新鲜毛皮实验在标本上产生的大面积磨圆与光泽（放大 25 倍）

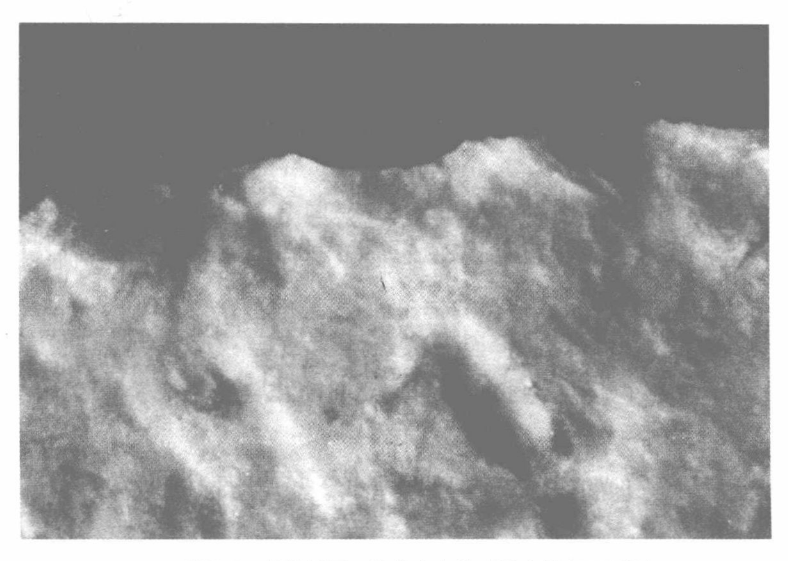


图 5.2　屠狗燧石刀边缘产生的破裂（放大 20 倍）

姆等（Tringham et al. 1974）、奥德尔（Odell 1977, 1981a）、奥德尔和奥德尔—韦雷肯（Odell and Odell-Vereecken 1980）、坎明加（Kamminga 1982）在文章中都比较全面地描述过特殊痕迹。附栏 5.2 提供了一个在考古材料中应用低倍法的实例。

附栏 5.2　低倍法在伊利诺伊河谷下游的应用

圣路易斯西北部伊利诺伊河谷下游［从前被当地人称为洛威尔瓦（Lowilva）］的考古资源非常富集，得益于这些材料，多年来产生了很多创新性成果。20 世纪 60 年代，当时在美国西北大学任职的斯图尔特·斯特吕弗（Stuart Struever）创建了伊利诺伊考古基金会（即后来的美国考古中心）。基金会买下了水乡小镇坎普斯维尔（Kampsville）三分之一的建筑作为研究机构，招聘了考古学家、生物学家以及其他类型的技术人员，在这里研究延续不断产生的考古材料。该地区最重要的科斯特遗址，在 1969 ～ 1978 年期间一直进行着田野发掘工作。

在对科斯特遗址发掘的后几年，美国考古中心划分出一所田野学校和一个合同中心，后者是一个非营利组织，以促进当地考古学研究为目的。其中一个大项目是配合修建伊利诺伊州杰克逊维尔（Jacksonville）和昆西（Quincy）之间的州际高速公路的考古项目，该项目共发现并调查过 92 个遗址（Farnsworth and Walthall 1983）。每个遗址的重要性都经过评估，其中许多按评估结果进行了深入发掘。最终对这些出土石器进行了从简要的工具类型技术分析到全面功能学分析的研究。

当时我被美国考古中心石器分析实验室聘为主管。在任职期间，我使用 Nikon SMZ-10 型反射光体视显微镜进行了一些低倍法分析。除了能确定数据较为可靠以外，在对遗址出土石器组合所做的分析的次序上也没有什么计划或预见。这是因为在当时，我们分析什么和不分析什么主要看每个课题主持人对石器的兴趣大小以及是否有研究预算。结果，第一个在石器功能特征上被观察的组合，是最诡异的一个组合，石器标本来自拿破仑洼地遗址中的两个地点，毗邻伊利诺伊河，属于古代伍德兰中期的祭祀场所（参见附栏 5.5）。当然，这是在进行了大量的数据分析之后才得出的结论。对出土于该遗址的三个古代期地层中的石制品也同样进行了分析。

除了拿破仑洼地石器组合，我们的分析又增加了其他三个遗址的材料：斯米灵丹，一个伍德兰中期小型村庄，情况与河对岸拿破仑洼地伍德兰中期祭祀组合明显相反；与斯米灵丹同侧河岸的一处早期遗址——坎贝尔洼地有两层堆积——古代期早期晚段以及其上的古代期中期堆积。这个遗址与之前分析的三个拿破仑洼地遗址古代期地点形成鲜明对照；最后，在另一个项目中发现一处叫做希尔河的密西西比时期小型农庄遗址，这个遗址的石器组合也被纳入分析。就这样，这些材料形成了一个以功能参数为主的数据库，并以功能参数为标准，将这些遗址和地点划分为 9 个史前组合单元：1 个古代期早期晚段组合、3 个古代期中期组合、1 个古代期晚期组合、3 个伍德兰中期组合和 1 个密西西比期组合。这些组合再现了伊利诺伊河谷长达 7500 年的史前史。

石器样品总共约6600件，经过微观分析和详细描述，每个遗址的石制品数据库以不同的方式用于阐述该遗址的功能。有时，功能性资料成为遗址空间分析的必要组成部分——例如将希尔河遗址的石制品与其他在建筑和灰坑上相关联的遗址进行比较（Odell 1985）；坎贝尔洼地的空间系统被用来描绘古人类活动区域并标明不同类型石制品的分布（Stafford 1985）。在其他情况下，这些资料为解释整个遗址提供了补充信息。

随着时间推移，越来越明确的是，大多数已经出版的单个考古遗址的报告并没有形成任何综合研究成果。还有一点可以明确的是，对石制品功能的综合分析能为我们了解这个地区史前定居者的行为提供四分之三的信息量。因此五个遗址的报告和其他一些资料中的石制品资料被单独汇总成册，奥德尔对它们进行了重新阐述并与史前遗址的石器组合进行了比较研究（Odell 1996）。

这些对比结果提供了丰富的信息，有时甚至超乎想象。捆绑工具的发现就是一个典型例子。我们可以假设捆绑行为随时间而渐增，但是，假如保存状况不可预料，那如何证明这种趋势呢？结果表明，在许多情况下，石器上的捆绑破损痕迹可以被识别并描述出来（参见附栏5.4）。就伊利诺伊河谷石制品组合而言，当分析数据按照遗址时间顺序呈比例排列时，我们发现石器捆绑现象是呈现增加趋势的。同时，工具上的手握痕迹证据相应减少（Odell 1994a、b）。

功能性资料也可以用于探讨发生在居住遗址的资源节约行

为，因为在这一地区，即伊利诺伊河东部地区难以获取适合制作石器工具的石料。与其他古代期遗址相比，有迹象显示，在对破损石器的利用率方面，河东岸坎贝尔洼地遗址的石器制造者比河西岸的拿破仑洼地遗址的石器制造者要高得多。这项发现与拿破仑洼地遗址中大量存在的石核、完整两面器、单面器的情况相一致，也和坎贝尔洼地遗址石制品组合中某些可识别的砸击废片相吻合（Odell 1989b，1996: 202-207）。

以上只是对伊利诺伊河谷石制品功能分析结果的一个例子。使用痕迹分析的历时性研究成果，促进了对大量石器样品的研究，而且能为广泛性的综合问题提供合适的解答。

盲测（Odell and Odell-Vereecken 1980; Shea 1987, 1988a、b）证明低倍法在某些特定方面比较成熟，但在其他方面则有些欠缺。低倍法在鉴别使用痕迹存在与否、确定痕迹位置、判断加工动作或运动方向等方面非常出色。因此针对问题 20，盲测和充足的证据证明低倍法可以准确说明工具的运动方向。而涉及单个石制品的一个基本问题是：

问题 21：哪种技术适于确定工具的加工对象？

尽管低倍法能够对石器加工对象做出判断，但是在鉴别具体加工对象方面的精确度很低。因此，这方面的不确定性致使低倍法操作者仅能将加工材料根据硬度或加工时所受阻力划分为相关类型。

我在首次盲测中划分了四个类型：软性、中软性、中硬性和硬性（Odell and Odell-Vereecken 1980）。近来我又将加工材料种类扩充到七种，但是在统计分析时把它们统一归入软—中—硬这三个等级中（Odell 1996，1999）。

低倍法的优点如下：仪器便于操控、程序易于掌握；关键是显像放大使用手动操作，放大过程相对有可比性，因此使用痕迹与刃缘以及刃缘与整个工具的关系比较清晰。尽管必须系统地检查样品的所有部位，但是这样的系统显微观察可以很快完成，结果是可以在短时间里完成对大量标本的观察。这个特点为使用多种统计学程序对比几类遗址或同一遗址的不同部分提供了可能。假如不是这样，在标本量太少时这种统计学方法就难以使用了。低倍法对使用痕迹位置和工具运动方向的判断非常精确，而且将加工对象分为有限的几种硬度类别并不会丢失有用的信息。软性、中性和硬性这三个类别对我研究过的多数考古材料来说非常合适。

这项技术的缺点之一是有时候很难区分意外破损和有意修理的痕迹。这个问题永远无法排除，但是可以通过提高分析者的鉴别能力来降低误差。另一个缺点是识别具体加工对象的不精确性。当把考古问题限定在某类特定石器类别或使用痕迹上时，这个缺陷就很致命了。根据现有材料，能够以低倍法精确地识别石制品加工对象的研究非常少，例如耶基斯（Yerkes 1983，1989）对密西西比贝珠生产的研究。低倍法操作者可以判定细石叶钻器上的痕迹是作用于某种硬性材料而形成的，但无法区分是骨、角还是贝壳——这些都可以作为珠饰生产的原料。

高倍法

高倍法技术选择的仪器是入射光源式双目金相显微镜。光线从

上部 90°（光场照明）或 45°（暗场照明）照射到观察对象的表面。在低倍放大条件下观察粗糙表面和边缘特征时，暗场照明效果更好一些；而在高倍放大条件下，也就是超过 100 倍时，对于物体表面形态而言，光场照明更胜一筹（Keeley 1980: 12-14; Lewenstein 1987: 81）。放大率和透镜构造的细节因不同型号的显微镜而各异。例如，曼苏尔—弗朗肖姆（Mansur-Franchomme 1983: 83-84）使用了带物镜和目镜的 Wild M-20 型显微镜，达到 500 倍放大效果。在其后的分析中，她转而使用 Olympus PME 显微镜，只能放大到 400 倍，但是这部显微镜有一个能安放更大观测物的载物台。

绝大多数金相显微镜都带有双目镜，但是没有体视镜的功能。其强项是可以解读物体表面因各种摩擦力造成的形态上的微妙变化。研究者使用这种仪器能够辨别出与特定加工材料有关的光泽类型，多数的盲测都证明了这一点。在用金相显微镜观察到的大量使用光泽实例中，我选择了六项木质加工实验，石器材料来自属于玛雅文化的伯利兹城的塞罗斯（Cerros）遗址（图 5.3）。尽管这类使用光泽的许多特征表现出很大的变异，但是所有痕迹都呈现出明亮、光滑的可识别的木质加工光泽。使用高倍仪器也可以清楚地观察到条痕，图 5.3（上图和中右图）显示了刨或刮削木材所产生的条痕。我们认识了一些特别的条痕信息（Mansur 1982; MansurFran chomme 1986），但是这项研究还处于萌芽阶段。辨别光泽和条痕的能力对于鉴定加工对象尤为重要，如果需要了解具体的加工对象，那高倍法是最有效的解决方法。

高倍法的另一强项是相对较高的放大倍数，入射光源引起的照明增强可以提高放大倍数（Keeley 1980: 13; Mansur-Franchomme 1983: 84）。最后，高倍法可以识别打制工具时使用

的石锤类型（Veerle Rots 私人交流 2002），但是用来支持这一观点的使用痕迹数据尚未发表。用金相显微镜拍照相对简单，但是有限的景深带来了调焦问题。尽管数码照相机可以在某些方面解决这个问题，但是其他方面仍然困扰着我们，例如被观察标本表面的不平整问题，还有固定石器标本的橡皮泥在长时间的观察下也产生干扰的问题。附栏 5.3 介绍了高倍法在法国马格德林早期考古材料中的典型应用。

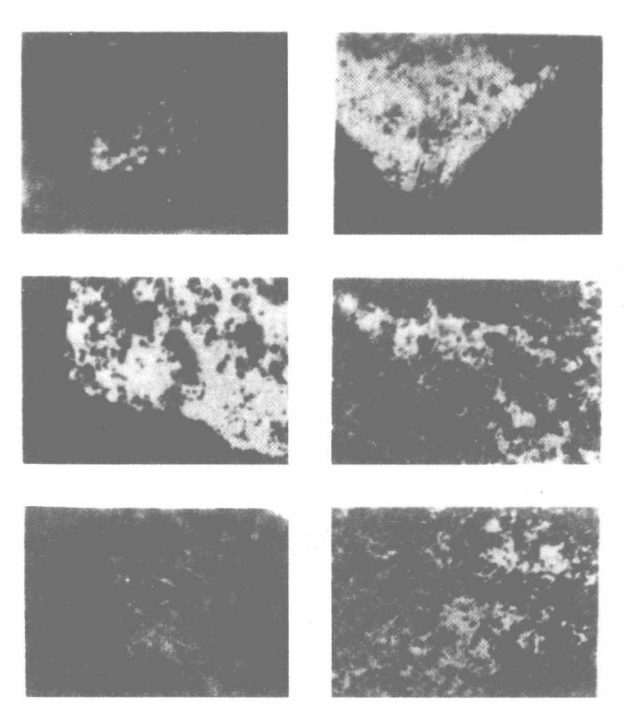


图 5.3　伯利兹塞罗斯遗址出土燧石标本上观察到的加工木头的使用光泽 (Lewenstein 1987：Fig. 95-100)

左上：锯；右上：刮或刨产生的光泽和擦痕；左中：穿刺／刮削；右中：刮／刨产生的光泽和擦痕；左下：穿刺；右下：雕刻

附栏 5.3　高倍法在卡斯格罗斯（Cassegros）的应用

基利开创自己的使用痕迹分析方法后不久，大量的研究生继承了他的理念，不断发展并将这种方法应用于石器组合的分析中。其中最突出的是宾夕法尼亚大学的博士研究生帕特里克·沃恩（Patrick Vaughan），他设计了一系列共计 249 次的综合性功能实验。沃恩的项目诠释了典型的高倍法分析，而且这种方法针对当时的材料非常合适（Vaughan 1985）。

本实例中使用的石器组合来自法国西南部卡斯格罗斯的一个洞穴遗址中的马格德林早期地层（被称为马格德林 0 期）。这层堆积被红赭石严重污染，这个现象可用于划分地层。尽管对洞穴发掘了七年，马格德林 0 期第十水平层只出土了 532 件大于 1 厘米的燧石制品，这个数量给了沃恩可以用来对该遗存做全数分析的可能性。这些燧石制品包括旧石器时代晚期的工具类型，还有很多非加工石片和少量石叶。

沃恩的研究结果证明了许多学者以前提出的观点，例如：①某些工具类型与特定行为有关，但大多数工具是多用途的；②非加工石片与成形工具一样被用于所有功能行为；③在石器组合中确认了植物切割工具，说明这类工具要早于新石器时代石叶镰刀。沃恩发现这些从马格德林早期地层出土工具的 60％被用于加工干燥毛皮。还有少量加工木材、骨角和未知硬性物质的工具。

沃恩研究的重要贡献是用使用痕迹材料阐述遗址的功能分区。体现刮皮行为的石制品在整个发掘区的第十层都有所分布。可惜的是，遗址中没有出土任何结构性的遗存，表明这个洞穴

并不是真正的居住地，而只是临时性或季节性的加工场，居住在某处的人群可能在这里加工动物毛皮（Vaughan 1985: 99）。

沃恩的使用痕迹分析对了解卡斯格罗斯遗址和马格德林早期文化贡献巨大。研究细化了遗址人群所从事的工作种类，强调了刮皮是主导行为，指示了与特定行为有关的工具类型。基于这些结果，功能性的工具类型被纳入遗址的研究计划并用于解释人类行为的空间分布。

磨蚀痕迹非常细微，而且有时因为各种外来因素在工具表面产生的残留物而混淆，这个问题使我们认识到高倍法中石制品清洗的重要性。基利（Keeley 1980: 10-11）习惯用白酒精擦拭石器，用氨水清洁剂清洗，并将它们放在10%的盐酸和20%～30%的氢氧化钠温热溶液中浸泡，最后放在紫外线清洁仓中照射。如果仍然存留有金属物质，可以用盐酸热溶液去除。如果有人批驳这些处理会改变工具表面或造成腐蚀，基利就会回答（私人交流 1981）：对考古标本的功能性解释是以实验标本的相似性为基础的，既然实验标本可以这样处理，那化学药品也不会对出土标本表面产生什么影响，因为化学药品对出土或实验标本产生的影响是相同的。

这个回答并不能令每个人都满意。首先，研究者可能采用不同的清洁方法，而不同的方法可能对不同的燧石表面产生不同的影响，这确实会导致不同的观察结果（Moss 1986）。第二，某些化学处理可能对燧石表面产生腐蚀（比如说改变表面的光泽），许多实验报告都支持这一观点（Plisson 1986; Plisson and Mauger 1988; Rodon Borras 1990）。这些研究所产生的结果是，从微痕技术使用

初期至今，化学清洁过程中的浸泡时间和强度逐渐减少，近来一些实践者甚至不用或非常少地用化学清洁程序了。

高倍法能够判断某件标本接触过的加工对象，这种能力使它优势大增。精确度的提升不是没有代价的。首先，某些金相显微镜的载物台只能放置小标本或标本的一部分。这个问题可以通过使用醋酸酯替代品填涂或替换显微镜载物台来解决（Mansur-Franchomme 1983）。第二，石制品是由一系列旋钮控制，放大倍数越高，观察点就越靠近中间，就越难确定该点使用痕迹方向与最近边缘及工具整体的位置关系。第三，显微镜镜头与被观察物体间的距离太近。基利（Keeley 1980: 12）首先提出："很难观察到标本凹坑的底部特征，因为镜头不能在凹坑底部与临近最高点之间调整。"但是基利也没有提供任何解决的办法，所以这个问题仍困扰着不少分析者。不过，显微镜技术的改进之一就是增大了镜头与被观察物体之间的距离（Veerle Rots，私人交流 2002），所以对于多数实践者来说这已经不是问题了。

第四个问题是，多数金相显微镜都无法立体成像。只观察表面的摩擦现象并无大碍，但是不能精确地解释边缘破损。这个缺陷并没有阻止学者使用非体视显微镜进行石制品破裂分析（参见 Vaughan 1985; Odell 1986）。高倍法的一个巨大进步就是相差显微技术。这种技术除了呈现工具表面的三维立体形态，还能改进光泽和刃缘破损的清晰度（Kay 1996: 319）。

最后，在某种程度上也必须考虑分析时间。早期的高倍法实践者否认这一点：曼苏尔—弗朗肖姆（Mansur-Franchomme 1983: 37）甚至认为低倍法和高倍法在处理样品上没有任何时间差别。但是存在时间差别的事实已由一些分析者记录并证明了。在最初的

低倍法盲测中，不包括数据记录，平均观察时间是每件石器 5 分钟（Odell and Odell-Vereecken 1980）。相反，图宾根（Tuebingen）盲测的操作者所花费的平均时间是每件石器 1.5 小时（Unrath et al. 1986: 165）。伦敦考古研究院已故研究者艾琳·利瓦伊萨拉（Irene Levi Sala）说："在我的实验中，观察一件复杂标本要花费一两个小时以上。"（Levi Sala 1996: 2）

现在，仪器的适用性问题导致某些研究者在分析中同时使用体视显微镜和金相显微镜（Grace 1993b；Brass 1998: 21; Clemente and Gibaja 1998; van Gijn 1998; Rots 2002）。两种技术的结合弥补了单一技术的不足，使分析者能在低倍显微镜下选择标本，然后在高倍显微镜下进行深化处理。

小结

本节的目的是总体回顾当前石器研究者可用的功能性分析技术。每种技术都针对特定的研究目的，但不一定在另一种情况下有效。另外，在许多情况下，有些标本的使用痕迹通过两种技术的结合才能有效地观测，比如手握或装柄所造成的破损（附栏 5.4）。

附栏 5.4　握痕

使用痕迹分析文章大多都是关于工具接触加工材料所造成的刃缘和表面破损的内容。但是，这种破损并不是工具接触外界或在使用过程中接受压力的唯一形式。如果工具被握在手中，手指和手掌必然对石器的某个部分产生压力，手上如果包裹皮革作为保护，那会对石器产生更大的压力。如果工具被装柄使

用，捆绑装置应该是稳固的，只是柄可能会有一些不明显的松动。在多数情况下，石器与手或柄的接触足以产生摩擦或边缘破损，如果确实如此，这种破损是可以被识别的。一般用于描述手握或者装柄的词是“持握”（prehension）。

我对这个过程感兴趣是因为在谢苗诺夫的研究之后，在尝试开发可行的使用痕迹分析技术初期，我自己的实验在大多数情况下都产生了握痕（Tringham et al. 1974; Odell 1977, 1980a）。此外，我在考古标本上发现了同样的破损痕迹。在盲测中，识别握痕成为获得精确实验结果的重要环节，所以我对其进行了相应的详细描述（Odell and Odell-Vereecken 1980: 102-108; Odell 1981a: 207）。

让我十分惊讶的是，在后来的几年里，握痕问题竟然几乎被每个使用痕迹研究者忽视。这样当然造成了一定的后果。在1984～1985年，一个由来自不同国家的四名使用痕迹分析专家组成的工作组在德国的图宾根进行了一项盲测（Unrath et al. 1986），结果并不令人满意。在被特别强调的疑难问题中，最普遍的是握痕常被误认为使用痕迹，而使用痕迹也同样会被误认为握痕（参见 Owen and Unrath 1989: 674）。在评估实验结果时，研究者们指出：

> 值得注意的是，这项盲测没有尝试辨别装柄痕迹。18号工具和20号工具案例清晰显示了研究刃缘部位使用痕迹和石器背脊部位握痕及装柄痕迹之间的巨大差别。盲测报告的说明部分表明分析者相信装柄痕迹的存在，但它们没

有典型痕迹、出现频率不高或使人疑惑太多以至于不能在盲测中进行分析。装柄是一项工作，并且是一项很有意义的考古学技术特征。使用痕迹分析已经报告了史前装柄现象的存在（Keeley 1982），但是实验资料和被辨识的痕迹数量少得可怜。缺少装柄实验，降低了分析者对识别考古标本上装柄现象的自信度。（Unrath et al. 1986: 172-173）

握痕问题引发了一次有众多优秀的使用痕迹分析者参加的会议（Stordeur 1987）。会议专门设置了研讨装柄痕迹的议题，结果证明握痕太过细微，无法精确观察。其后这方面有限的研究（Owen and Unrath 1989）表明，握痕确实可以被阐释，但这项研究结果很快被遗忘了。

比利时勒芬天主教大学的一名研究生费尔勒·罗茨（Veerle Rots），渐渐对握痕问题产生兴趣，尽管许多使用痕迹分析者都告诉她装柄痕迹不能被准确识别。经过大量实验和深入分析，利用比利时和法国旧石器时代晚期和新石器时代的标本，罗茨确定：①装柄和其他抓握造成的破损可以进行实验复制；②这些破损可以被阐释；③在史前石制品的分析中可以观察到这类破损（Rots 2002）。

罗茨在她的分析中运用了多项使用痕迹研究技术，并记录了通过每种不同技术可判别的痕迹。有意思的是，回到我们刚刚提到的使用痕迹研究史，她在完成样品分析之后得出结论：几乎在所有情况下，肉眼观察和低倍法分析都能可靠识别握痕，这些握痕可以通过高倍仪器得到验证。这项研究结果产生了世

界上首篇也是唯一一篇通篇讨论实验标本和考古标本上握痕的博士论文，最终认为握痕是可以识别的。三十年河东，三十年河西，就是这个道理。

本节意在以文献为引导，说明分析考古标本组合的每种技术模式的潜在有效性。如果你想深入评价其中之一，那你就应该购置并使用相关仪器，然后深入钻研这种分析方法。本章引用的文献应该足以帮助你在这方面起步了。

总结起来，精确性最差的是肉眼观察的宏观分析方法，因为多数可识别痕迹都是肉眼不可见或无法精确评估的。使用扫描电镜技术是可行的，但只适用于特定问题。高倍扫描电镜良好的景深使它成为研究使用痕迹形成和发展的最佳选择。但是，它限制观测对象的尺寸，操作常常涉及金属涂层和真空仓，样品体积必须较小，这限制了研究问题的范围。这种方法不适于对整个工具组合进行分析。

对于史前工具组合研究来说，低倍法和高倍法都具实用性。低倍法在判定使用痕迹的存在与否、存在位置时非常准确，对于判定运动方式和作用于 3 ～ 4 级硬度物质的加工动作和加工对象也很奏效。但是它对于识别具体加工对象类型并不精确。这种方法简易快捷，适于检测大量标本并对其进行数理统计。这种分析方法有利于解决较大的研究问题，比如工具的长期、历时性的使用模式，或者一个考古居址不同部分的对比。

高倍法可以准确获得所有重要的功能性参数，包括工具接触的具体物质。现已证明，高倍法很适合研究石器组合或者组合中的一

部分。石制品清洗技术的发展和对使用后石制品表面沉淀的鉴别，以及其他方面确实提高了这种方法的严谨度。不同类型的显微镜会有一些特征或特别要求，比如非立体成像或者小载物台，限制了它们的使用；分析时间过长也是一个限制因素。高倍法与低倍法可以结合使用，也可以各自分析，然后相互补充。附栏 5.5 就是关于结合使用的研究实例。

附栏 5.5　技术的一致

如本章所讲，使用痕迹分析的低倍法和高倍法同时发展，但在 20 世纪 80 年代各自成长，相互竞争并对立。而现在，许多分析者同时采用两套方法来研究石制品（Grace 1993a、b; Pawlik 1995: 19; Hudler 1997: 26-27; van Gijn 1998; Kooyman 2000: 151）。每种技术在不同领域各有利弊，因而可以有效地相互弥补。

有时，低倍法和高倍法结合起来能解决特别的问题。一个典型实例就是北美中部伍德兰中期棱柱状石叶的生产。这项技术似乎从天而降地出现于霍普韦尔时期的祭祀遗存，大概持续了 500 ～ 600 年，然后如同来时一样神秘地消失。许多年来，学者们一直在探索这些石叶的功能。但至今所知的仅仅是推测。

可以肯定的一点是，要了解伍德兰中期社会的石叶现象，首先应该知道单个石叶的功能。对这项研究的突破点是对墨菲（Murphy）遗址的发掘和分析，这是一个小型的霍普韦尔定居地，位于俄亥俄州中部，距离著名的纽瓦克（Newark）土垒遗址

和弗林特岭（Flint Ridge）采石场遗址非常近。作为综合研究的一部分，耶基斯（Richard Yerkes 1990）使用高倍法分析了墨菲组合的456件石叶（含加工和非加工者）。他发现这些石叶被用于12种用途，包括切割、雕刻和刮削等。高倍法分析因此确定这个伍德兰中期遗址中的石叶并非专门化工具。确实，这个遗址中完全没有专门化生产的证据。

在同一时期，奥德尔分析了伊利诺伊河谷下游（参见附栏5.2）霍普韦尔文化另一层位的几个史前石器组合。这些组合中有三个属于伍德兰中期。对几套数据的分析表明：斯米灵丹是霍普韦尔定居点；还有一个组合代表了临近河边的圆形宗教仪式建筑（拿破仑洼地的河漫滩部分）；另一个组合代表了一个垃圾存放区（拿破仑洼地的山坡部分），其埋藏位置位于下部河漫滩和上部伍德兰中期伊丽莎白堆积之间的陡崖上。奥德尔从每个地点获得的资料都包含大量加工和非加工石叶，他使用低倍法对这些标本进行了观察（Odell 1994c）。

对斯米灵丹居址的石器功能分析显示，耶基斯在俄亥俄州所观察到的现象同样存在于斯米灵丹：和非加工石片或大多数的修理工具一样，石叶被用于多种多样的用途。不管如何控制遗址中对棱柱状石叶的使用，俄亥俄州和伊利诺伊州的石制品使用情况似乎一致。

意外的分析结果出现在拿破仑洼地的两个遗址中。这两个遗址都与祭祀行为有关：圆形结构可能偶然被作为高级僧侣的住处，垃圾存放区是为了堆放来自山顶悬崖处的废物。在这些组合中，石叶的用途很有限。非加工石叶几乎都用于切割，加

工对象多是软性物质，如毛皮和植物一类的材料。大部分经过加工的石叶用于刮削兽皮一类的软性材料。这些行为似乎与准备祭祀性和仪式性活动所需要的食物、寝具和兽皮有关。

分析表明，当一个地点与仪式性活动有关时，霍普韦尔石叶就和这方面的活动有关。当石叶与营地、村庄这类居住区有关时，根据不同的情况，它们被用于多种用途，也包括与宗教相关的活动，但这是另一种联系。从方法论的角度看，耶基斯和奥德尔的研究证明了低倍法和高倍法结合的意义，它们有效地互补，得出的结果最终可以相互转化。

有一点强调再多也不为过：使用痕迹分析并不是简单的对传统石器技术形态学中“非此即彼”的诠释补充。谢苗诺夫在多年前就提出（Semenov 1970），这项技术为研究石器组合带来了全新的概念。回想一下对俄克拉何马州东部莱斯利沃尔大型史前遗址的石器分析，这个遗址出土了十个非连续的石器群，研究者对其中五个进行了数量对比。尽管做了大量检测，所有的类型或技术变量都未显示出不同部位间的任何差别。换句话说，居址的所有部分都出土相同制作过程所产生的同类工具。但是通过使用痕迹来比较这些地点时，则可以清楚地发现一些差异。遗址中心区域主要是进行一些诸如食物加工和建造辅助设施等家庭事务；其他地点被认为是工具维护、木材加工、武器修理和小手工业生产的场所（Odell 1999）。这项研究证明，功能类型和基于形态学或技术学所划分的类型处于不同层面。类型学系统只能用于非常广义的功能学研究。

残留物分析

残留物是附着在石制品上的非土壤物质，它可以是有机的也可以是无机的，它可能因自然界中的沉淀、有意义的接触而产生，也可能因为洞熊恰巧路过、坐在石制品上小憩而形成。换句话说，这些物质与石制品表面之间的关联并不能告诉你这些残留物的来龙去脉。对于这些物质来源的看法必然是推理性和随机性的。这并不是说残留物研究意义不大，而是要求研究者找出物质和石制品之间可能关联的原因。

至少有四条证据可以用来验证石器上的残留物是否因使用产生：第一，如果在遗址中的非使用工具或非文化行为遗物上发现同类残留物，那么这些残留物的来源就不可能是因人类行为或工具使用留下的（Briuer 1976: 482）；第二，如果在土壤中发现与残留物相同的物质成分，而且密度相等，那么土壤更像是残留物的来源；第三，如果工具上的残留物集中分布在使用部位，那么就增强了使用产生残留物的可能性；最后，如果发现与残留物相关类型的使用痕迹，那么也会增强使用与残留物之间的因果关系（Hardy and Garufi 1998: 179）。

植物残留物

如果确定了植物残留物与某件特定工具的使用有关，其他问题随之产生。最基本的问题是：

问题 22：石器上的植物残留物确实能够指示这些工具接触的基本加工对象么？

这个问题会引出三种常见的植物残留物分析。

复合结构

人们对考古标本上的残留物已经关注了很长时间，直到最近才开始进行科学的考察。较早进行残留物研究的是弗雷德里克·布里沃（Briuer 1976），他观察了亚利桑那州东北部的切维朗峡谷（Chevelon Canyon）中两个岩棚遗址出土的37件石制工具。布里沃对每件标本都进行了低倍使用痕迹分析，并尝试通过显微镜观察和一系列化学反应来鉴别附着物。多数（可能是全部）被鉴别的残留物源自植物。尽管作者很快指出这些结果不一定指示这些工具用于植物加工，但是残留物的特殊部位以及与使用痕迹分析相一致的结果，都印证了这个结论的可能性。

谢弗和霍洛韦（Shafer and Holloway 1979）继布里沃之后展开了一项类似的研究，他们对得克萨斯州西南部海恩兹（Hinds）洞穴出土的11件古代期燧石石片工具进行研究。低倍使用痕迹分析显示，这批标本大多数是锋利、多用途的切/割工具。显微镜观察揭示出残留物包括植硅体、淀粉粒、植物纤维、啮齿类和兔类动物的毛发以及墨西哥龙舌兰、毛百合和丝兰的表皮碎屑。图5.4列举了这些在工具上观察到的种类繁多的残留物。

虽然残留物与器物功能之间的联系不能非常确定，但是研究表明，这些工具曾被用于屠宰野兔和切割沙漠植物。这些结论，后来由索博利克（Sobolik 1996）对海恩兹洞穴中55件工具的类似研究所证实。除了对丝兰等软性植物材料的研究外，通过工具表面残留的微细胞组织，其他遗址中的石制品对木材的加工也被识别了出来（Hardy and Garufi 1998）。

尽管这类分析对于任何地区和时段都是有效的，但它们对于研

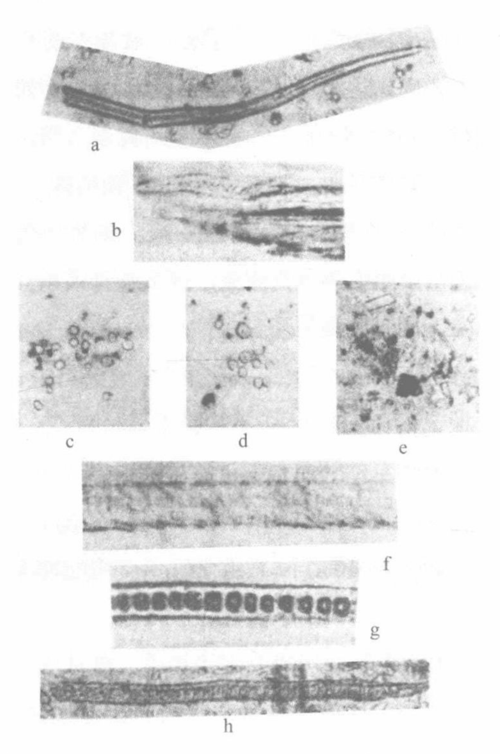


图 5.4　得克萨斯州西南部海恩兹洞穴遗址出土的石制品上发现的残留物（Shafer and Holloway 1979：Fig. 4）
a、b. 植物纤维；c、d. 淀粉粒；e. 植硅体；f. 兔毛；g、h. 啮齿动物毛发

究工具使用或资源开发这些基础的方面有特别的意义。这方面的分析曾经是促进对澳大利亚土著居民进行民族学研究的重要驱动力，因为其中一些土著居民仍在使用石制工具（Fullagar et al. 1992）。这种方法构建的民族学资料提供了大量范例，从而成为拓展史前社会的指示物。

这些研究的共性是通过对残留物的显微镜观察来辨别植物的部

位。这种分析的首次尝试需要一些准备。最基本的要求是能够在显微镜下识别植物组织。已经发表的解剖学图片（如木材，参见 Hardy and Garufi 1998: 180 的参考文献）对此很有帮助，工具使用的模拟实验也可以提供对照。哈迪（Hardy）和加鲁菲（Garufi）的研究还包括了辨别 50 个残留物个体的盲测。如果需要对残留物所在的工具刃缘进行使用痕迹分析观察，那么本章前段描述的有关使用痕迹分析的准备工作也必须完成。

淀粉粒

植物保存下来的部分，包括星形绒毛、针叶树的管胞、针晶体、维管束、纤维和草酸钙晶体都已经在考古堆积中被识别出来，其中许多还出现在石器残留物当中。许多文献讨论过对这些对象的识别问题，但这里仅强调两个对考古学家最有用的种类：淀粉粒和植硅体。

淀粉粒是在植物细胞中形成的固体物质。更具体来说，它是由植物叶子中的叶绿体产生的，但持续时间不长。它也可以由种子、根茎中的淀粉产生，而且在其中作为营养物质储备很多年。

淀粉粒常常以椭圆形、圆形或其他形状的颗粒形式存在。颗粒通过附着生长不断发育，这个过程会导致层理的出现。淀粉粒常以独特方式成簇出现，这种形式就是所谓的复合淀粉粒。它们也可以表现为至少有一个附着生长层的半复合颗粒。单个颗粒内部结构的晶体特性使颗粒具有双折射性，因此我们可以通过正交偏光显微镜来进行鉴定。使用这种仪器，在每个淀粉粒或一组淀粉粒上会出现十字形标志。尽管不同植物和不同淀粉粒之间存在变异性，淀粉粒的形成受遗传控制，至少可以在科的级别上鉴别，有时候还能达到种的级别（Hall et al. 1989: 139-141）。

许多针对淀粉粒残留物的研究是在澳洲开展的。在那里，研究者的精力主要放在污染和埋藏问题上，这些问题在考古工作进行之前就应该解决。我们已经碰到的问题是，怎样才能知道特定残留物是石器使用的产物。澳洲的残留物研究一直与使用痕迹分析配合进行，常常针对同一课题，因此，问题常常集中在同一件石制品上。举例来说，巴顿（Barton）等研究了巴布亚新几内亚一个旷野遗址出土的黑曜石制品（Barton et al. 1998），同时研究了两种土壤样品，与该石器有接触（但附着在石器上）的和远离石制品的（一般的土壤样品）。此外，对所有带有残留物的标本都进行了使用痕迹观察。结果很不错。尽管遗址中的土壤样品里的淀粉粒很多，但是石制品上残留物中的淀粉粒出现的数量更多；而且，使用痕迹分析与残留物研究结果一致。

关于淀粉粒在颗粒大小不同的堆积中移动的问题，也有研究者进行过一些实验。特林（Therin 1998）认为不能预测淀粉粒的流动。就是说，有限的流动在很大程度上受到灌溉水平的影响。一般来说，沉积物颗粒越小，淀粉粒就越不容易移动。研究表明，遗址中越靠下层的人工制品，其表面越不可能附着由后来居住者产生的淀粉粒。类似的埋藏学研究为今后的淀粉残留物分析奠定了坚实的基础。事实上，针对淀粉粒的研究已在很多领域进行，最近关于它在遗址中的分布状况也受到了关注，这些研究被用于确认遗址中特定的人类活动区域（Balme and Beck 2002）。

淀粉粒研究目前被应用于澳大利亚一些遗址的石器分析中，以吉缪（Jinmium）岩厦遗址为例，该遗址位于北领地（Northern Territory）西北部一个偏远地区，共发掘了四条探沟。发掘中出土了三块有琢磨痕迹的砾石，令研究人员感到好奇的是，这些砾石是否曾被用于加工含淀粉的植物根茎（Atchison and Fullagar 1998）。

为此，他们创建了当地土著居民仍在开发利用的 11 种可食植物标本的参考标准数据库。研究人员从砾石上提取出淀粉粒，并选择遗址其他部分的 17 份土壤样品进行对比。图 5.5 展示了从该遗址出土的两件工具表面提取的淀粉粒（a、b），以及从灰坑中提取的两个淀粉粒图像（c、d）。

石器上的淀粉粒并不能被精确鉴定，但是根据尺寸，草类和棕榈类别很容易被剔除，所以最后保留的是植物块茎中的淀粉。显然，对于今后的鉴别来说，这个参考标准需要拓展，并且观察对象也应该包含植硅体和针晶体标本。尽管植物分类不明确，但是研究明确了两个问题：首先，为分析而提取的淀粉颗粒在加工过程中可

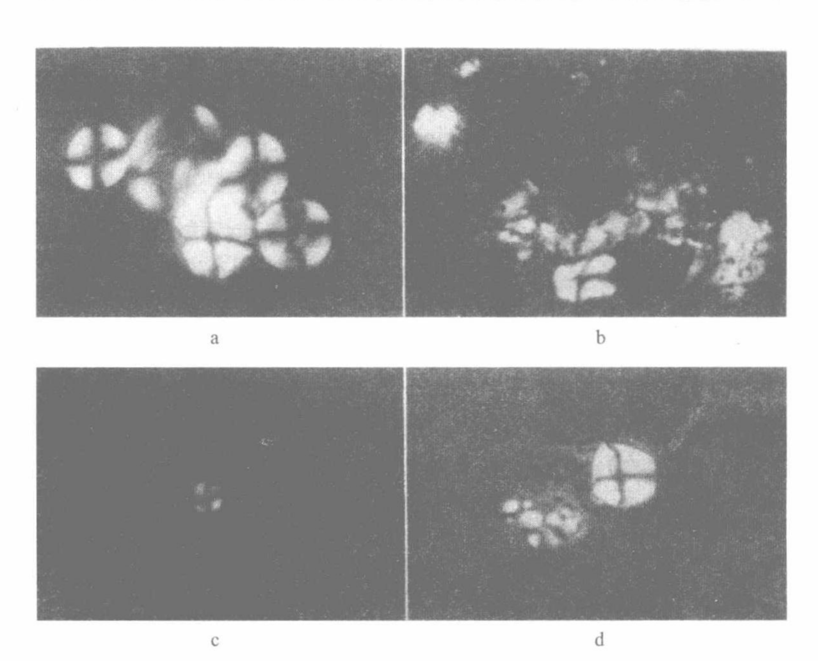


图 5.5 澳大利亚北领地西北部吉缪岩厦遗址灰坑中出土的捣杵工具上的部分淀粉粒图像（Atchison and Fullagar 1998：Fig. 5）

能没有被沉积物污染；其次，淀粉颗粒至少要在地表以下 120 厘米才能被保存。

这种研究也曾应用于热带环境，因为在这种生态环境中，淀粉粒比植物其他部分保存得更好。多洛雷斯·皮佩尔诺（Dolores Piperno）和霍尔斯特（Holst）分析了与上述澳大利亚石器类似的刃缘磨光砾石、磨石和磨盘（Piperno and Holst 1998）。从巴拿马四个遗址中提取的淀粉粒的年代经测定为前陶时代（距今 8000 ～ 5000 年）和早期陶器时代（距今 5000 ～ 3500 年）。鉴定结果证明，在这些文化阶段中曾存在过大量对块茎、棕榈、豆类和玉米的加工。对阿瓜杜尔塞（Aguadulce）遗址出土的磨石上的玉米淀粉粒所做的分析，为巴拿马中部前陶时代晚期玉米栽培提供了佐证。竹芋淀粉粒的发现也表明了古人类将这种块茎作为食用作物的早期开发行为。一个晚期遗址中大量的玉米淀粉粒的发现，证明了这一地区对玉米的依赖性与社会复杂化之间的联系。以上介绍的两项研究仅是这种分析手段发展初期的产物，却已经证明了其方法的有效性和价值。

从事淀粉残留物研究的学者需要遵循特定的技术路线。首先，在将要进行考古学研究的区域建立关于现代淀粉粒的参考标本。皮佩尔诺和霍尔斯特（Piperno and Holst 1998: 768）记述了一种分离植物微体的方法，首先将植物样品浸水，然后用粗滤布过滤；艾奇逊（Atchison）和富拉格（Fullagar）则建议从样品上切下一块，用烤箱烘干，再研磨成粉（Atchison and Fullagar 1998: 144）。很难想象，这两种样品处理方法毫不相似，但却都很有效，其他的处理方法也是存在的。此外，霍尔（Hall）等主张将生的样品和烹煮过的样品都切片，干燥并捣碎后储存在罐子里，以备各种测试，而且要对所有

不同的测试进行显微照相记录（Hall et al. 1989: 14）。这些研究者还提供了能干燥样品并保持样品结构完整性的方法的具体建议。

从石器上提取残留物的方法多种多样，洛伊（Loy 1994）、艾奇逊和富拉格（Atchison and Fullagar 1998: 115）、皮佩尔诺和霍尔斯特（Piperno and Holst 1998: 768）等都曾做出过描述。艾奇逊和富拉格（Atchison and Fullagar 1998: 115）、富拉格等（Fullagar et al. 1998: 52-54）曾介绍过从土壤堆积物样本中提取淀粉粒的方法。霍尔等（Hall et al. 1989: 143-148）和布里沃（Briuer 1976: 481-482）等曾讨论过通过化学试剂、染色反应、组织学实验等方法来鉴定各种淀粉粒。

植硅体

植硅体是沉积在生长的植物表皮和其他细胞中的蛋白石状硅质体。硅是由来自地下水中的单硅酸盐形成的。在某些植物中，植硅体按照细胞的形状形成，并在周围的有机物质分解之后继续维持这种形状。在某些植物中，植硅体和细胞形状不一致，而是形成不明确的、不定型的一团物质（Pearsall，1982: 826; 2000: 356）。欧文·罗夫纳（Irwin Rovner）在一篇关于种子的文章中（Rovner 1971），向考古学家揭示了植硅体分析的潜力，并引起了实质性的发展。植硅体研究的领军人物德博拉·皮尔索尔（Deborah Pearsall）在2000年写道：

> 大多数植物都能产生植硅体；植物的属和植硅体之间一般具有一对一可识别的特征，有时不同种的植物和植硅体之间也会有这种对应；一些植物（不是所有）的植硅体含量很大；一些植物甚至以植硅体过多为特征，例如草类植物，存在属一级

的可识别特征，种一级的鉴定则要通过运用多变量统计手段来实现。（Pearsall 2000: 355-356）

植硅体不像孢粉那样分布广泛，但是经过周围有机组织的燃烧或分解，或经过动物吞食之后形成食物残渣或排泄物，它们能够以单独实体的形式存在于地层中。一些学者坚持认为，一经沉积，植硅体就可以保持静止状态。另有学者则提出了更为复杂的情况，涉及火、风或水等作用的搬运过程（Pearsall，2000: 393-395）。这显然是一个需要深入研究的领域。从考古学角度看，植硅体最明显的特征是寿命长和难以被破坏。它们保存在中低纬度的湿润环境中，其他种类的植物遗存也容易在这些地区被保存下来（Pearsall 1982: 862; Kealhofer et al. 1999: 529）。

由于植硅体的抗腐性，近年来在热带和半干旱地区开展了不少相关研究。这些研究有力地阐释了早期栽培物种的起源与发展，包括玉米、大麦、二粒小麦等。皮尔索尔和多洛雷斯·皮佩尔诺曾仔细研究过鉴别栽培玉米植硅体并将其与野生草类区别开的过程，其中各种十字形植硅体的尺寸及其三维形态是鉴别的关键。图 5.6 中的草类植硅体样本来自对中美及南美栽培作物发展的研究材料。这些研究大多数不涉及石制品残留物，不过其他研究则与这个方面有关（参见图 5.4, e）。根据大量特征，这些研究令我们对最早的玉米栽培的了解可以追溯到公元前 15000 年的巴拿马和厄瓜多尔（Pearsall 1978; Piperno 1984; Piperno et al. 1985; Pearsall and Piperno 1990）。阿琳·罗森（Arlene Rosen）和其他学者的植硅体研究则有助于阐释近东早期草本植物栽培所引发的对社会发展的影响（Rosen 1992, 1993; Rosen and Weiner 1994）。

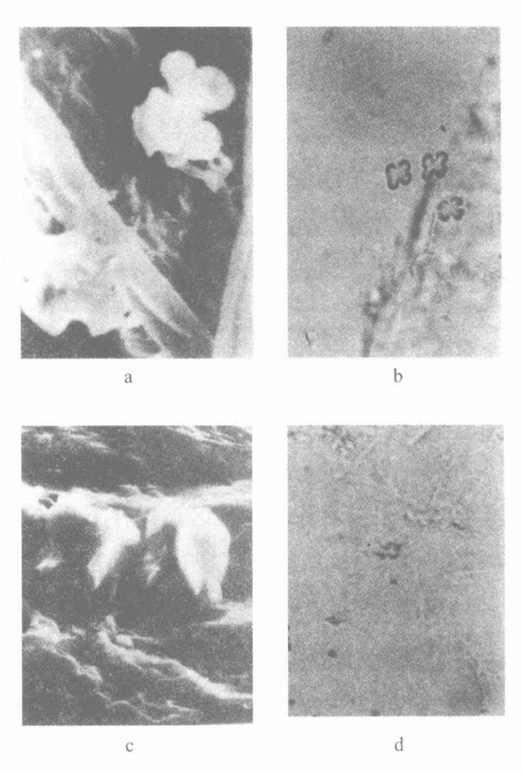


图 5.6　中美洲出土的禾本科植物植硅体（Piperno 1984：Fig. 1）
a、b. 玉米（*Zea mays*）；c. 鸭足状摩擦草（*Tripsacum dactyloides*）；d. 竹亚科（Bambu-soid）1 型植硅体

最早涉及植硅体的石制品研究实例是帕特里夏·安德森（Patricia Anderson）对实验标本以及欧洲几处遗址考古标本的显微研究（Anderson 1980）。她将石器使用光泽解释为一种能够对被加工对象粒子的吸收附着现象。她提供的照片表明，植硅体和其他植物结构体似乎“融化”到新石器时代的镰刀以及实验标本的磨光表面上（图 5.7）。

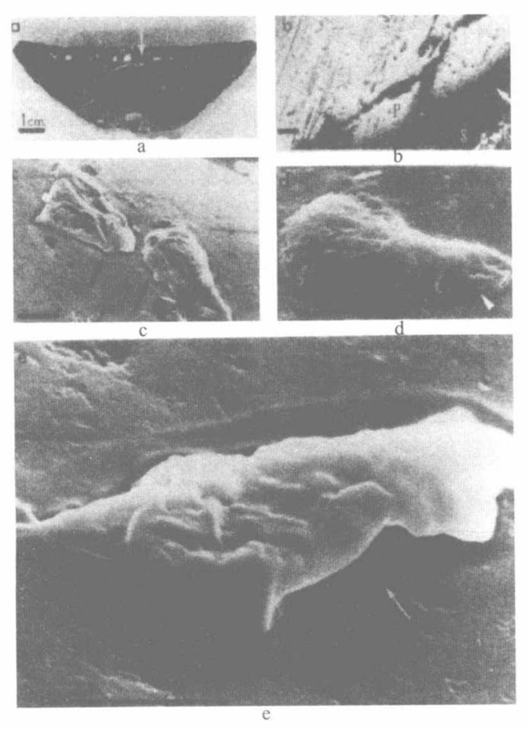


图 5.7 丹麦新石器时代石叶镰刀 (a)；严重磨蚀 (b)；燧石表面融合的不同阶段的植硅体 (c–e)（Anderson 1980：plate 8）

这项研究令人振奋。尽管安德森的照片很有说服力，但还是不能让所有人信服。例如，罗曼娜·昂格尔—汉密尔顿（Romana Unger-Hamilton）观察了那些被安德森鉴定为植硅体的、由于燧石之间摩擦而产生的表面结构（Unger-Hamilton 1984）。她认为这些是燧石本身的结构——可能是燧石内部的有机质组织残留物，或是生物体骨骼钙化物。她接受“融化”现象形成的观点，即这种现象可能是由于非机械成因造成的，例如非结晶硅填充到标本周围的裂缝中。另有一些学者完全反对硅胶质层观点，即植硅体“融化”层的

观点（Yamada 1993; Grace 1996: 211; Levi Sala 1996: 3-4）。

基尔霍费尔（Kealhofer）等在澳大利亚两个遗址进行过不以使用光泽为重点的植硅体残留物研究（Kealhofer et al. 1999）。作者首先确定植硅体来自经使用的石器上提取的残留物，然后将其与遗址土样和石制品邻近的土壤样品进行对比。与残留物相比，后两种样品包含的植硅体密度较低，种类较多。石器使用痕迹分析可以辨别出加工对象为木本植物和无植硅体淀粉质根茎类。植硅体残留物分析因为可将工具的工作对象具体化（如竹、棕榈、乔木或混合物种）而使使用痕迹分析结果更加明确。

对植硅体研究有兴趣的学者最好能多查阅一些关于植硅体鉴定和样品提取的文献。目前关于植硅体分析最好的工具书是皮佩尔诺（Piperno 1988）和皮尔索尔（Pearsall 2000）的著作。皮尔索尔提供了关于建立植硅体实验室、处理土样及相关植物材料、扫描切片和计数单个植硅体的细节性指导（Pearsall 2000: 411-460）。基尔霍费尔等（Kealhofer et al. 1999: 533）提供了关于处理石制品残留物的建议。

植物残留物分析的主要研究问题是，残留物能否可靠地指示石器接触的物质。只要能证明残留物与工具的使用有关，那对于每个被研究的植物结构体来说，研究得出的答案就具有指示性。

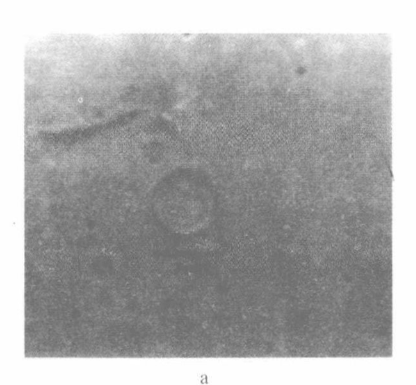
血液残留物

在对沉积物中的植硅体展开研究的同时，汤姆·洛伊开创了分析石器表面或裂缝中的血液残留物的方法。洛伊早期的工作涉及不列颠哥伦比亚一些距今 6000 ～ 1000 年的遗址出土的石器。在年代最早的遗址（^{14}C 测年为公元前 2830 ± 210 年）中检测到了灰熊和

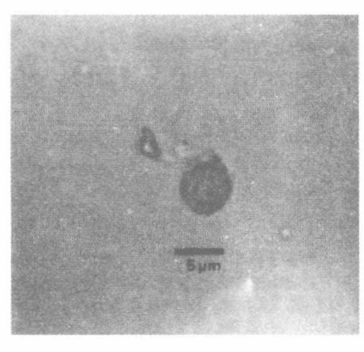
驯鹿。除了毛发碎屑、动植物组织和禽类的羽小支外，多项测试表明氨基酸、血红蛋白和红细胞的存在（Loy 1983）。图 5.8 所示两个从考古标本表面提取的红细胞样品表明了野牛和野生大白羊的存在。基本的研究问题与植物残留物研究类似：

问题 23：*考古发掘出土的石器表面的血液残留物能否可靠地指示这些工具接触的动物类型？*

洛伊继续发展了血液残留物分析并且发表了研究结果。其研究对象之一是不列颠哥伦比亚北部托德河（Toad River）河岸发现的一组完整的两面器（Loy 1993）。对石器表面的初步检测发现了与野牛毛发相似的残留物，这确实令人震惊不已，因为历史上有记录的距离遗址最近的野牛栖息地在遗址以南 500 公里处。对一件工具上提取的残留物样品的加速质谱测年结果为距今 2180 ± 160 年（Nelson et al. 1986）。



a



b

图 5.8　考古标本表面提取的红细胞 (Loy and Dixon 1998：Fig. 4)
a. 北美野牛；b. 野生大白羊

对石器表面进行细致的显微镜观察后发现了红细胞、脂肪细胞、淋巴细胞、毛发、羽小支、木质细胞以及皮肤组织。埃姆斯·赫马斯蒂克斯（Ames Hemastix）的检验肯定了血红蛋白（Hb）和肌红蛋白（Mb）的存在（参见 Loy and Wood 1989: 451）。同样的，通过对葡萄球菌 A 型蛋白［SpA，这种蛋白可与 G 型免疫球蛋白（IgG）共存］的阳性检验结果，证实了哺乳动物 G 型免疫球蛋白（哺乳动物免疫系统的一种主要成分）的存在。血红蛋白和血清白蛋白（SA）的存在也被等电聚焦法（IEF）确认（这是一种可以将分子从复合物中分离出来的方法）。

以上测试结果表明，通过证实 G 型免疫球蛋白、血红蛋白和血清白蛋白的存在就能确认从托德河河谷出土的两面器上分离出的残留物含有哺乳动物血液残留。至此，研究者一般都会希望探寻这些血液的来源：野牛真的曾经存在于北不列颠哥伦比亚么？或者只是想象？目前鉴定血液残留物分类学特征的几种技术，有时能鉴定到种的级别，有时只能鉴定到属或科的级别。附栏 5.6 介绍了其中最常用的技术。

附栏 5.6　血液残留的鉴定

当石器上的血液残留物被分离出来，有几种方法可以加以鉴定。首先向热衷考古的读者介绍血红蛋白结晶法（haemoglobin crystallization），这是从对蚊子吸血对象的成功鉴定过程引申过来的。所应用的专门技术称为“盐析法”（salting out），即将血红蛋白以晶体形式析出，这一过程受到温度、盐浓度、盐类型、溶液酸性以及蛋白质特征的影响。不同种的生物具有不同

的氨基酸、不同的电荷序列，因此晶体也具有不同的特征。图5.9反映了此类研究可能涉及的多种血红蛋白晶体样本。提取有效的血红蛋白结晶需要大量血液样品，样品的量越少，分离的级别就越低（Loy 1983; Loy and Wood 1989: 453-455; Hyland et al. 1990: 106; Loy and Dixon 1998: 28-30）。

还有一类鉴定技术被称为免疫测定（immunoassay），因为这些技术与细胞产生抗体或抗原驱逐外来物质的能力有关。由于抗体与抗原关系密切，所以血液样品如果对特定抗体产生阳性反应，就表明该样品含有对应抗原。这一系列鉴定程序的基本途径是向样品导入已知的抗体。这类程序形式多样，这里仅讨论几种最常用的方法。

交叉免疫电泳法（cross-over immuno-electrophoresis，简称CIEP），在这种方法中，将琼脂凝胶放入分隔水槽中，抗原（工具残留物样品）放在水槽一边，抗体则放于另一边。分子带有电荷，当电流通过凝胶时，两个水槽中的颗粒移动到一起。如果出现阳性反应，它们就会结合形成固体沉淀物，这些沉淀物需要通过染色来鉴定（Newman and Julig 1989; Downs and Lowenstein 1995: 14; Shanks et al. 1999: 1184; Kooyman 2000: 162）。这种方法很简便，不需要昂贵的器材，而且适用于多种样品，但是灵敏度低于其他方法。

酶联免疫吸附测定法（enzyme-linked immuno-obsorbantassay，简称ELISA），将被检验抗体置于一个坚实表面或实验盘中，残留物与另外的抗体样品相混合，然后同抗体一起放在实验盘中。没有反应发生表示结果呈阳性，就是说，残留物中抗原已经与抗

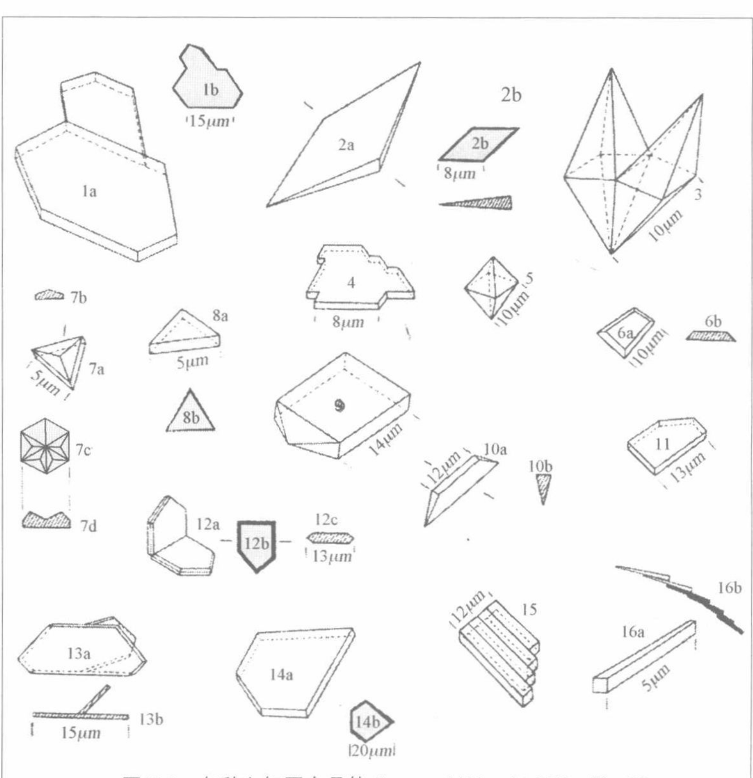


图 5.9　各种血红蛋白晶体 (Loy and Wood 1989：Fig. 3)

1. 猛犸象（woolly mammoth）；2. 原始牛（*Bos primigenius*）；3. 人类；4. 山羊属（*Capra* sp.）；5. 北美马鹿 (wapiti)；6. 北美野牛 (*Bison bison*)；7. 野生大白羊 (*Ovis dalli.*)；8. 绵羊属（*Ovis* sp.）；9. 麋鹿 (moose)；10. 驯鹿 (caribou)；11. 西伯利亚野牛 (*Bison priscus*)；12. 麝牛 (musk ox)；13. 加利福尼亚海狮 (California sea-lion)；14. 长耳鹿 (mule deer)；15. 棕熊 (brown bear)；16. 大灰狼 (timber wolf)

体发生了反应，因此不再与盘中的抗血清反应了。反应可以通过染色酶来观察。这种方法的反应灵敏度要比交叉免疫电泳法高（Eisele et al. 1995: 37-38; Tuross et al. 1996: 290; Kooyman 2000: 163）。

免疫学技术中最灵敏的是放射性免疫测定法（radio-ammunoassay，简称 RIA）。与其他方法不同的是，这是一种双抗体方法，可用于大量测定。将残留物样品放在一个小塑料槽中，其中的一些蛋白质就与塑料融合，稳定下来。再加入野兔体内培植的抗体，这些抗体在一定程度上将与相应的抗原相结合。然后加入第二种抗体，即具有放射性的羊抗兔丙种球蛋白（goat anti-rabbit gamma globulin）。如果第一次加入的抗体与抗原产生了反应，那么在这个步骤中，将继续发生这种反应，最后，残余的放射性可以被测量出来。测量结果反映出野兔抗体的剩余数量，由此可知物种之间关系的强弱（Downs and Lowenstein 1995: 14; Kooyman 2000: 163）。由于第二次加入的抗体增强了最初的反应，所以这的确是一种较为可靠的技术。但并不是说这种方法就没有缺点，例如，试剂的搁置寿命短、使用塑料器皿会令试剂消耗很快、计算放射性的设备非常昂贵，以及会产生放射性废料（Hyland et al. 1990: 106）等。

最后一种非免疫性方法叫做等电聚焦法（isoelectric focusing，简称 IEF），利用蛋白质的离子电荷，最终依靠蛋白质分子结构和氨基酸序列来完成。由于不同物种之间的氨基酸序列彼此不同，所以离子电荷也不同。将液体残留物样品放在聚丙烯酰胺胶质中，当高压电流通过胶质时，样品被缓冲并产生 pH 值，分子便被分开了。每个分子都有一个 pH 值呈中性的等电位点（pI）。当对胶质施加电流时，分子就会移动到与其等电位点一致且稳定的地方，在染色之后会形成一个可见的条带。然后，将这个条带的位置与已知物种的类似结果进行对照来鉴定残留物。这种方法，

即使不同物种在胶质中形成的大体位置十分相似，也可以根据蛋白质分子被分开。与现生物种样品的比较，可以通过将胶质移至密度计，计算不同等电位点数值的相似系数来实现。这些计算会产生一些模糊结果，表明等电聚焦法对其他变量也很敏感，这可能是种属或地理的差异，样品中蛋白质的干燥或老化，或者土壤中其他成分侵入的原因（Loy 1993: 50; Loy and Dixon 1998: 27-28）。“尽管这种方法已被成功应用，但在被常规地应用于考古学材料之前，它还需要进一步的发展和完善”（Hyland et al. 1990: 106）。

洛伊在研究托德河河谷两面器时应用了四种鉴定技术，其中三件石器经过完全检测。等电位聚焦法显示出标本的等电位点数值不同于非野牛类物种；放射性免疫法鉴定出两件石器上有牛科（Bovidae Family）动物的残留物；血红蛋白结晶法生成了典型的北美野牛（*Bison bison*）晶体。最有效的技术是通过聚合酶链式反应扩增方法（polymerase chain reaction amplification，简称 PCR）进行的 DNA 分析，这种方法能够处理极小的样品（Loy 1993: 52-53; Bonnichsen et al. 2001）。检测显示出该牛科动物的 DNA 属于一个亚种，即仅见于北美的北美野牛（*Bison bison*）。因此，综合四种检测的鉴定结果得出结论，要么证实野牛就是这些残留物的来源（DNA 分析，血红蛋白结晶法），要么至少是支持了这个观点（放射性免疫测定法、等电聚焦法）。

在最近的一项研究中，洛伊和狄克逊（Loy and Dixon 1998）运用一套包含七种测试的方法来研究白令陆桥东部出土的 36 件带

槽尖状器。其中21件在显微镜下发现可见残留物，而且都含有哺乳动物G型免疫球蛋白。许多测试结果显示出猛犸象、野牛、绵羊、驯鹿和麝牛的存在，表明了整个地区内的带槽尖状器与特定动物群的相关性。

除了洛伊，其他学者也进行过血液残留物分析，并获得不同程度的成功。对此类研究最坚持不懈的要数加拿大卡尔加里（Calgary）的研究人员。他们对批评者的基本回应之一是，试图复原史前真实情况的现代实验，既不能复制考古遗址中的主要过程或情况，也不能复制漫长的时间的流逝过程。因此，用已知的考古样品来评估这项技术会比用现代实验品效果好（Newman et al. 1996: 680; Kooyman 2000: 164）。

最后，这些研究者分析了加拿大艾伯塔（Alberta）南部的5600年前的“碎头崖”（Head-Smashed-In）野牛屠宰遗址中出土的若干石器。他们的直接目的是评估交叉免疫电泳法（一项标准的免疫学技术）在只涉及一个物种的真实考古学情况下的适用性。通过运用这种技术，发现31件石器中有9件产生野牛与麝鹿抗原的阳性反应，而16份土样中有6份呈阳性反应。众所周知，麝鹿和野牛之间的交叉反应十分常见，对麝鹿的鉴定又可能存在假象，因此，该遗址残留物中所有的免疫学反应似乎都指向了野牛（Kooyman et al. 1992; Newman et al. 1996）。

打制石器并不是史前工具中唯一经过残留物研究的器物。据加利福尼亚州和墨西哥下加利福尼亚州（Baja California）的民族学记录，当地居民将老鼠、蛇和蜥蜴等小动物放在大磨石上碾碎，然后炖煮。为了检验能否在考古学材料中发现这种现象，研究者对南加州两个遗址中出土的6件碾磨石、3件磨盘碎块、1件石核石锤、

1件石臼和1件石杵进行了交叉免疫电泳法分析。除沥青外，任何标本的碾磨表面上都未发现可见残留物。其中一件碾磨石和野鼠、家鼠产生抗血清反应，而另一件碾磨石只对野鼠产生反应。杵和臼对家鼠产生了强烈的抗血清反应，而对野鼠的反应微弱（Yohe et al. 1991）。其他测试都呈阴性。这项研究在史前史和方法论上都十分有意思：至少在南加州，在史前史方面证明碾磨石器不仅仅是加工植物的工具；在方法论方面，表明这些用于分析打制石器的技术同样可以用于表面粗糙的磨制石器。

当血液残留物分析被首次引入时，有接受者，也有怀疑者。这种情况持续了二十年。前面提到的成功实例，为揭示史前人类活动的最终微观分析带来希望。许多结果直观上令人满意，有些实例支持了由其他证据表明的人类行为（例如加州的碾磨啮齿类动物行为），有些引进的创新思维有助于进一步的检验（例如不列颠哥伦比亚北部的野牛资源利用）。然而，批判的声音一直存在，而且在某些方面日益强烈（参见附栏5.7）。在评估血液残留物能否可靠地指示石器接触的动物这个问题上，答案一定是“也许”。对关键领域越来越多的研究——特别是蛋白质降解——可能会使这个问题趋于明确。

附栏5.7　血液残留物分析起作用么?

本章列举了一些成功运用血液残留物分析的案例，这种分析方法在近二十年内发展尤为显著。如果确实如此，前景应该是很美好的，而我们最紧迫的问题就是如何将这项技术添加到我们的知识储备中去。同时，众口难调，研发适合所有情况

的血液残留物分析也绝非易事。这个附栏是奥德尔一篇文章（Odell 2001: 57-59）的浓缩版，探讨了该技术分析程序中不完善的方面。稍微折中的观点参见斯图尔特·菲德尔（Stuart Fiedel）的文章（Fiedel 1996）。

考古学可以被认为是通过物质文化来研究历史的，其中应用了许多科学原理。在这里我们集中讨论科学应用的本质，通常涉及评估新技术的可靠性和有效性。这是实验室工作的第一步，但在考古学应用中，有另外两个因素必须要说明：地质学/埋藏学状况和遗址年代。实验室中完善的技术不一定在所有的时间段和埋藏环境中都起作用。

在实验室中，电泳、免疫和其他应用于血液残留物分析的技术基本上都很出色（Downs and Lowenstein 1995: 14; Newman et al. 1996: 681; Shanks et al. 1999: 1186）。的确，这些技术是在医学和犯罪学研究中发明的，并且经过多年的检验。然而，即使是在控制良好的实验室环境中，仍然不能达到足够的可靠性。举例来说，最近有54件石器实验品被送往实验室进行免疫交叉电泳实验（Leach and Mauldin 1995）。对这批标本的实验检测达到种一级成功率（即正确鉴定实验品表面的生物种）的仅为37%，其中有些失误显示出关系或近或远的物种之间的交叉反应。这个结果可能是因为粗糙的实验程序（例如不活跃的抗血清）或蛋白质降解；样品在送往实验室之前已经在冰箱里存放了1～2个月，或许也对成功率产生了影响。莫尔丁等的文章记录了另一项令人失望的实验结果（Mauldin et al. 1995）。

由于考古样品的动物种类是完全未知的，所以检验考古学

残留物没有检验实验品那样直接，但是至少有办法做一些间接的评估。其中一种方法就是看实验室结果是否与已知的考古记录相符。例如，对澳大利亚西北部投掷尖状器的残留物研究，民族学材料表明这些投掷尖状器是用来猎杀动物的。令人惊讶的是，标本上血液残留物的数量没有植物加工证据的数量大，而加工植物并非推测的投掷尖状器的功能（Wallis and O’Connor 1998）。菲德尔（Fiedel 1996）对这种不一致现象进行了详细的记述，实例包括新泽西公元前700年的牛科动物到俄勒冈古代期的鸡类。

另一种评估考古学残留物的方法涉及检测的精确性问题。解决相同问题的不同技术增多的话，检测精确性就会随之提高。当然，如果这些技术得出的结果不一致，那精确性就会相应下降。举例来说，在唐斯（Downs）和洛文施泰因（Lowenstein）的盲测中，将现代残留物样品和考古学残留物样品交给参与者进行同样的技术分析（Downs and Lowenstein 1995）。对于现代实验样品，不同技术手段得出的结论相同；但对于考古样品却几乎没有相同结论，研究者将原因归于蛋白质的降解。加尔林（Garling 1998）注意到三万年前的澳大利亚坎地湖遗址中的样品存在同样情况。同样，在对弗吉尼亚北部出土石制品的相同部位进行血液残留物和使用痕迹分析之后，彼得拉利亚（Petraglia）等几乎没有发现二者结果的关联性（Petraglia et al. 1996）。

大量研究证实，某些蛋白质降解迅速，而且以不规则方式进行（Gurfinkel and Franklin 1988; Hylang et al. 1990: Smith and Wilson 1992; Cattaneo et al. 1993; Downs and Lowenstein 1995;

Eisele et al. 1995; Tuross et al. 1996: Garling 1998）。目前还不知道何种蛋白质在何种环境下更容易降解。这就是目前血液残留物分析中主要的不明确点，也是这项技术要继续发展所必须克服的障碍。

从事血液残留物分析的研究者应该意识到这是一种高端技术，只能在设备齐全的实验室由训练有素的技术人员来进行。因此，研究者在这个过程中的参与程度有赖于充足的仪器和充分的训练，以及能够获取并保存合适的化学试剂和抗血清。没有这些技能，却对此比较感兴趣的研究者应该与目前从事血液残留物分析的实验室合作，不要自己盲目操作。

想更多地参与其中的研究者可以寻找以下有用的资料。要确认单个石制品上的血液残留物，可参考洛伊（Loy 1983: 1269; 1993: 48-50）、弗雷德里克森（Frederickson 1985）、卡斯特等（Custer et al. 1988）、古芬克尔和富兰克林（Gurfinkel and Franklin 1988）、洛伊和伍德（Loy and wood 1989: 451）、海兰等（Hyland et al. 1990: 108）以及洛伊和狄克逊（Loy and Dixon 1998: 24-25）等的文章。要提取残留物，可参考纽曼等（Newman et al. 1996: 680）、图罗斯等（Tuross et al. 1996: 291）以及尚克斯等（Shanks 1999: 1186-1188）的文章。要鉴定残留物来源，本章列举的多数参考资料都提供了针对这方面研究专门的技术细节。特别有用的综述文章可参考卡塔内奥等（Cattaneo et al. 1993）、唐斯和洛文施泰因（Downs and Lowenstein 1995）、艾西尔等（Eisele et al. 1995）和图罗斯等（Tuross et al. 1996）的文章。本书不可能提供所有可用的参考文

献，但是能提供一个较好的起步资源。无论研究者对血液残留物分析持何种态度，必须承认我们还不能得出最终结论。未来技术的发展和检验将阐明相关的技术和理论细节，勾画出技术之间的区别和联系，并完善我们对其可能性的认识。

小结

不同的残留物产生不同的痕迹，需要专门、独特的分析策略。针对任何一种残留物，好的研究起点是显微镜。显微镜观察可以揭示毛发、淀粉粒、植硅体、血红细胞、草酸盐晶体核以及动植物其他部分残留物的复合结构。

淀粉粒一般保存得很好，可以作为人类开发利用植物根茎唯一的直接证据。考古学淀粉粒研究最广泛的发展出现在澳大利亚和中、南美洲的热带地区。某些埋藏学问题已经得到关注，例如淀粉粒在地层中的移动，以及淀粉和相关石器之间关系的强度等。

和淀粉粒一样，主要由无机硅构成的植硅体通常也能在地层中保存下来。其中包括热带环境，这就解释了为什么植硅体研究会在巴拿马和厄瓜多尔得以开展。植硅体研究目前以检验批量的土壤样品为主，对石器上的植硅体研究尚处于萌芽阶段。石器上的植硅体会与使用磨痕产生的非定型硅胶相互混淆，但这种磨痕结构或所谓的与植硅体的融合研究，都还不是非常完善的。

血液残留物研究则遵循了不同的路线，因为血液很少留下像淀粉粒或植硅体那样的残余结构。对血液的发现和鉴定都需要一整套类似医学实验室或犯罪学实验室中使用的化学和电解技术。在几项研究中，如果不同的方法都支持同样的解释，说明这种分析是非常有效的。在某些案例中，能够将血液鉴定到种的级别，而且可以应

用于打制石器和磨光石器。然而，在实验室中对现代样品的测定结果要比经历时间和环境侵蚀的考古学样品效果好得多，这归咎于蛋白质以不同的速率降解，而且现在还没有可靠的信息表明何种蛋白质在何种情况下分解更快。在解决这些问题之前，血液残留物分析在考古出土石器上的应用结果还将继续受到质疑。

第六章 解读史前人类的行为

前面的章节既讨论了相关概念和分析方法，又提供了可进一步深入阅读的超过了一本简单的指导手册需求量的文献，事实上已经奠定了大多数现代石器研究方法的基础。已讨论的问题包括如何进行特定的分析，哪些技术是最有效的，以及某些指标是否可靠，换句话说，也就是研究程序的问题。但是，不管熟练的方法有多么重要，考古学的最终目的是对史前人类生活方式和文化过程的探索。当然，方法上的改进需要长期的努力，一旦一个研究者熟悉了为解决适当的考古学问题而采用的一系列技术，那么接下来就要利用这些技术来解决关于人类行为的问题了。

本章将在前文基础上介绍一些已经通过石器分析讨论过的人类行为问题。我所说的人类行为是指古人类选择哪种生活的史前决策，而非为这种生存方式服务的工具制作。这些问题将按一个粗略的顺序来介绍，从较基本的和小方面的问题——如食物采备，和庇护所的建造，到更需要相互关联与群体合作的问题如贸易交换和迁居的组织等。

本章的目的并不是全面讨论这些议题，而是提出问题的界定和

可能性，即在材料有限的情况下，运用这些方法能够解决问题的范围。这里我将不会涉及所有研究，如果有哪些才华横溢的研究者的成果被我忽略了，在此我深表歉意。我的初衷就是介绍能通过石器分析解决的人类行为问题，并且详细地介绍应用于每种情况的分析技术。建议读者借此再寻找其他的例子，进行更富于想象力的研究，最终超越这些研究所达到的水平。

生计问题

食物采备

关于人类最基本的问题或许就是：晚餐在哪儿？朝着这个问题前进，我们可以提出这样的问题：

问题 24： 史前时代石器如何被用于获取和处理食物？

植物资源

对植物资源的获取常常不需要利用石器。采集种子或水果可以用手和合适的盛器来完成，而对根和茎的采集可以依靠木棍挖掘来完成。只有两种类型的石器已经被指出用于史前植物资源的获取：镰刀和锄。这两种工具都被制成特别的形状，但事实上这些形状也有很多变异。例如，近东纳吐夫文化（Natufian）和新石器时代的镰刀主要是用石叶制成的，但是并不意味着所有的石叶都被用于镰刀的制作。这种镰刀石叶以一个特别的磨光面为特征，这是由于镰刀和植物根茎中的硅质体摩擦造成的（Curwen 1930, 1935; Unger-Hamilton 1989, 1992; Anderson 1992; Clemente and Gibaja 1998）。镰

刀磨光面的存在，以及一些其他相关的痕迹特征，是识别这种植物获取行为的主要方法。

锄是一种在土地中挖掘浅沟的工具。它们常常是双面加工，但同样，大多数的两面器并不是锄。因为与土壤中的硅质接触，锄也与镰有着相似的磨光现象，因此二者可以用相同的标准来识别（Sonnenfeld 1962; Witthoft 1967; Odell 1998a）。

要打制好的石锄，必须要有质地优良、能持久使用的石料，这种石料具有一些大多数原料不具备的特性。因此适合做石锄的原材料就会比较昂贵，并通过交换扩散到距离产地较远的地区。北美大陆中部南伊利诺伊地区密西西比时期被广泛交易的用高岭石和米尔克里克（Mill Greek）燧石制作的石锄就是一个例子（Kelly 1991; Cobb 2000）。伯利兹城的玛雅也有相同的情况。在该地区，椭圆形两面器在科尔哈（Colha）遗址制作加工，然后用船只运送到各地，用于农业生产活动（Shafer 1983, 1985; Shafer and Hester 1983; Dockall 1994）。

动物资源

如同采集一样，动物的猎取也可以不使用石器工具。例如，史前时代大多数捕猎用的陷阱是没有石质部件的（如 Nelson 1973）。木材或其他制作陷阱的材料一开始需要用石器加工，但是石制品本身并不是捕猎装置的一部分，石器上由于制作这些装置而造成的使用痕迹看起来也和其他情况下加工木材造成的痕迹没有两样。捕鱼装置也是一样。捕鱼的工具，如鱼钩和鱼叉，都可能是用石器来加工制造的，但是它们本身的质地往往是贝壳、骨头或鹿角，石头则很少被使用。

在获取动物资源时，最常见的使用石料的情况就是制作矛的

尖端、镖的尖端和箭头。带有动物残留物的武器尖端的发现，提供了对投掷尖状器的使用最直接的证据。20 世纪初有一个很好的研究实例，当时在丹麦的沼泽坑中发现了前北方期（Preboreal）[1] 的一只野牛。初步研究（Hartz and Winge 1906）发现它的两条肋骨上嵌着燧石投掷尖状器。因为一个伤口愈合了而另一个没有愈合，所以这只野牛至少经历了两次捕猎。对这只野牛的再次分析（Noe-Nygaard 1973）发现两侧的肩胛骨上也有伤口。肩胛骨上的这个线索使诺埃—尼高（Noe-Nygaard）推测，有一个矛是从绊倒动物的装置上射出的。毫无疑问，当这只动物受了致命一击后，曾摇晃着走到河边，然后结束了生命。

大量的有关投掷尖状器与动物骨骼上的证据表明，世界各地的史前人类都使用带有石质尖端的武器捕猎动物（甚至人类）。北美最著名的例子是在新墨西哥州福尔瑟姆（Folsom）发现的与灭绝野牛骨骼伴生的古印第安尖状器（Paleoindian point）（Figgins 1927）。相似的发现还有在林登迈尔（Lindenmeier）遗址出土的野牛的脊椎骨中断裂的古印第安尖状器（Roberts 1936: Fig. 2; Wilmsen and Roberts 1984: Fig. 145）；在俄克拉何马州库珀（Cooper）发现的位于野牛胸腔里的破损尖状器（Bement 1999: Fig. 32）。

但是，在大多数情况下，武器和猎物之间的联系并不能被证实，至今，使用投掷尖状器最常见的直接证据是尖端破损和一些特殊标本上的捆绑痕迹（Ahler 1971; Greiser 1977）。关于这种痕迹的早期研究，奥德尔的工作是典型的例子。他（Odell 1978; 参见 Odell 1980b）研究了属于弗里辛文化（Friesian）的中石器时代居

1　前北方期（Pre Boreal/Preboreal），是北欧全新世古气候分期的第一阶段。——译者注

址——贝赫姆湖（Bergumermeer）遗址出土的细石器标本上的使用痕迹。这些细石器呈现了复杂的使用痕迹，但是最后都能归因于撞击或者捆绑的动作。正是这种动作造成了现在我们可以解读的破损，如图 6.1 所示的在未经加工的短的一边上的这种痕迹。这个部位大概是由于被绳子绑在杆上受到挤压，在边缘上发生了细小的破损，但是还留下少许未被损坏的部分。这样的迹象使我们得以重建细石器的捆绑使用过程，包括三角形、梯形，还有斯韦德伯格尖状器（Svaerdborg point）（图 6.2）。其后的研究工作揭示了在各种各

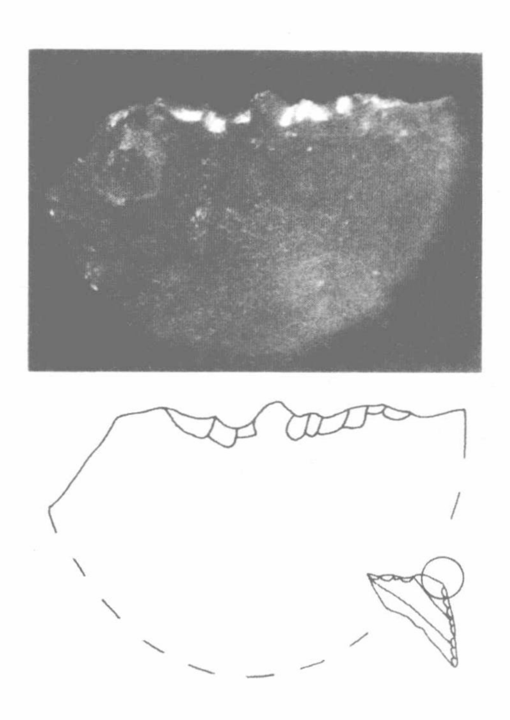


图 6.1　非对称石镞短边的微疤（放大 34 倍）揭示出装柄行为［参见图 6.2，k（Odell 1978：Fig. 10）］

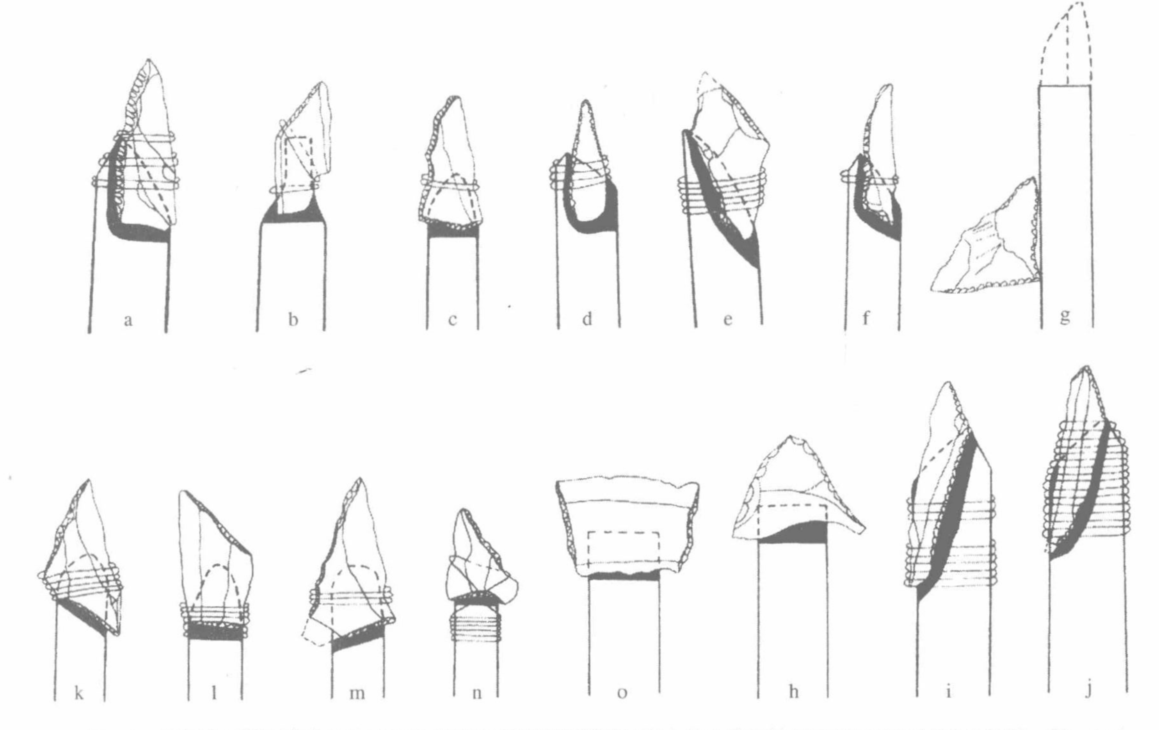


图 6.2 属于中石器时代弗里辛文化的荷兰贝赫姆湖聚落遗址出土的几类石镞的装柄复原图（Odell 1978：Fig. 11）

样的史前工具组合中皆存在的相似的投掷工具的破损现象（Moss 1983; Odell 1988; Shea 1988b； Woods 1988; Cox and Smith 1989; Plisson and Schmider 1990; Kay 1996）。对投掷尖状器的实验模拟重现并验证了史前石制品上的这种破损形式（Fischer et al. 1984; Odell and Cowan 1986; Dockall 1997）。

猎杀动物的箭头上还可以留下血液残留物，这个证据可以证实猎物和武器之间的关系。一个著名的例子是加拿大艾伯塔省的“碎头崖”野牛屠宰遗址，这里发现的投掷尖状器上残留了5600年前的野牛或麋鹿血液（Kooyman et al. 1992; Newman et al. 1996）。判断一件携带着残留物的特定工具是被射入了猎物体内还是被用于屠宰肢解猎物并非易事，根据我的经验，大型的工具，如“碎头崖”遗址出土的带有血液残留物的古代期尖状器，既可能是武器的尖端，也可能是肉类加工工具。小型的、常常被加工成几何形的投掷工具的尖端，比如北美史前时代晚期麦迪逊、弗雷斯诺（Fresno）尖状器或西欧中石器时代的细石器，几乎全是箭头（即猎杀工具），而不是肉类加工工具（Odell 1978, 1981b，1996：ch. 10）。

上述研究列举了判断史前人类获取动物资源时使用的特定工具的方法，而且通常都是针对投掷尖状器的。关于狩猎行为和猎物关系的信息也可以从整个石制品组合中提炼出来。其中一种方法是记录工具类型和动物遗存之间的关系，即克拉克（Clark 1989）在研究西班牙北部拉列拉（La Riera）旧石器时代晚期洞穴遗址时使用的一种手段。在两种被重点捕猎的物种中，野山羊与一组石制品类型有关，马鹿则与另外一组有关。这种不同的对应关系表明不同种类动物的捕获或肢解是用不同的工具组合完成的。

对于“拉列拉”这样年代较晚遗址的石器组合，从中可观察到的一些特征都可以被确认与狩猎行为有关。而更早期的组合，我们则不能做这样的假设，因为古人类掠食伤残或死亡动物与猎捕动物的可能性一样大。利用意大利中西部旧石器时代中期地层出土的哺乳动物化石和石制品材料，玛丽·斯蒂纳（Mary Stiner）和史蒂夫·库恩（Steve Kuhn）建立了判定史前人类获取食物行为的标准。（哺乳）动物化石组合可以对取食行为进行解释，骨骼部位不完全、含有少部分肢骨和大量头骨的组合显示了掠食行为的存在，相关的石制品组合则以含有大量的非本地原料制品为特征，还表现为对石器进行集中的修理、对材料的充分利用、使用勒瓦娄哇或盘装石核技术。与此相反，因狩猎而形成的动物的组合，（哺乳）动物（身体）骨骼部位更完整，含有更高比例的肢骨，相关的石制品组合几乎都是用本地原料打制，并以小石片居多，二次加工的石器较少，石核具有相对或平行的台面。这种组合特征显示了古人类的狩猎行为。

掠食行为和狩猎行为主要的区别在于，旧石器时代中期的掠食者似乎活动范围较广并处于游动状态，他们将石质工具携带至较远的距离，并且很节省地使用。而旧石器时代中期狩猎者的活动范围离居住地较近，通过小规模的狩猎来供应中心营地。狩猎者更容易获得本地的石料资源，因此就不需要通过对石器的深度使用和二次加工来节省原料。他们还可以从容地选择石制品的最佳刃口来加工肉类（Stiner and Kuhn 1992; Kuhn 1993, 1995: 144-149）。为建立起这些联系所收集来的石制品信息，基本上都是有关石器技术方面的，包括石核类型、二次加工频率和尺寸这些变量。表 6.1 概括了所涉及的工具类型和相应的取食行为分析结果。

表 6.1　解决动植物加工问题的石器分析方法

领域	工具类型	分析方法	参考文献
植物	石镰	微痕：硅质光泽	Curwen 1930, 1935; Unger-Hamilton 1989, 1992; Anderson 1992; Clemente and Gibaja 1998
植物	石锄	微痕：硅质光泽	Sonnenfeld 1962; Witthoft 1967; Cobb 2000; Odell 1998a
动物	投掷尖状器	微痕：光泽、擦痕、破损	Ahler 1971; Greiser 1977; Odell 1978, 1988; Moss 1983; Shea 1988b; Woods 1988; Cox and Smith 1989; Plisson and Schmider 1990; Kay 1996; Dockall 1997
动物	投掷尖状器	血液残留物	Kooyman et al. 1992; Newman et al. 1996
动物	各种工具	连同动物遗存	Clark 1989
动物	工具雏形，石核，各种工具	技术：石核类型、二次加工，等等	Stiner and Kuhn 1992; Kuhn 1993, 1995

食物加工

加工食物的工具常常没有什么显著的特征，而且在很多情况下，它们的用途并不仅仅是加工食物。剥皮、切割鱼肉、切割蔬菜，完成这些工作需要的仅仅是刀刃，打制石片上就具有这样的刃口，单面器或两面器上也具有这样的刃口。最具有可辨别特征的加工工具就是磨石和磨盘组合，以及臼和杵组合，但即便如此，这种工具上的残留物也不一定能指示出它们曾经加工过的对象。

植物加工

人类对植物进行加工已经有几千年的历史了。坚果和种子经常是野生植物可食用资源富集的部分，而有些种类附带的毒性和不可

直接获取性促使了食物加工行为的发展。地中海地区一个著名的谷物加工的例子与打谷橇（threshing sledge，也叫做 tribulum 或者 dhoukani）有关。这种工具由一个木板制成，木板上成排镶嵌了燧石石片。由牛或者驴拖着这个工具，碾压地上的谷物，将种子和谷壳分离开（Hornell 1930; Crawford 1935; Bordaz 1965）。这种打谷橇技术现今还在使用，因此从民族学的角度可以将燧石石片解释为镶嵌的用途（如 Fox 1984; Whittaker 1996）。惠伦（Whallon 1978）曾对用于这种打谷行为的石片在使用过程中产生的痕迹进行过描述。

研究者们也注意过加工坚果的过程。伊利诺伊河谷附近高地的古代期中期营地遗址提供了当时社群在对驯化植物变得高度依赖以前对坚果加工的动态过程信息（Stafford 1991）。巴克绍桥（Buckshaw Bridge）遗址 49 号地点发现了疑似的有机材料，其中含有坚果壳碎屑。考古分析显示，超过 95% 的坚果壳碎屑属于厚壳的山核桃种（*Carya* sp.）。遗址中数量极少的木炭显示了居住者在加工坚果的过程中积累了大量的碎屑，因此他们不需要用本地的树木来作为生活的燃料。遗址的石制品组合与其他遗址不同，其中 81% 为坚石或磨石类工具，大多具有破损、碾磨、坑疤痕迹——这确实是一个很特殊的组合。

只要部落成员采集野生植物资源，那么小的群体就会在营地之外的自然资源地进行加工。随着定居性的增强和对结有淀粉质种子的栽培农作物的日益依赖，植物加工行为逐渐转为在大部分部落成员生活的村庄中进行。在这些村庄中所进行的长时间的加工行为会带来磨制和碾制技术的改变，这种改变影响了古人类的营生行为，其信息蕴含在加工工具形态的改变和工具表面的磨损中。这些工具可以与更早期的加工野生植物的工具对比，这样就可以看出大的时

间段上的变化。

对于美国中西部营生行为的改变，莫里斯（Morris 1990）注意到，在文塔纳洞穴（Ventana Cave）这类古遗址中，用于单手操作的上磨石占有很大的比重，磨石表面磨损的形式非常显著而独特。这种老式工具后来逐渐被双手操作的上磨石和带槽的磨盘所取代。随着定居性的进一步加强，小的加工工具被大型工具取代了，因为大型的工具能更加有效地加工玉米。亚当斯（Adams 1993）解释了关于磨制效率的原理，认为磨制的效率绝对与磨制工具的表面状态有关。加工强度和效率的增加必然是为日益增多的定居人口服务的，这样就导致了磨盘从凹的面向带槽的面再向平面的连续变化。

对工具形态和磨损形式的分析在美国中西部进展良好并颇有成效，那里的考古学家通过宏观植物分析和直接的民族学相似性研究，对史前人类开发利用了哪些资源及如何对其做加工处理得出了很好的结论。而其他地区，植物的大化石发现非常少，食物加工实践的历史持续性也很难得到证明。在这样的地区，必须采用其他考古学技术来解答相关的问题。

在澳大利亚昆士兰州东南海岸，土著居民采集一种乌毛蕨属植物（*Blechnum indicum*）。他们用击打和研磨的方法处理这些植物的根茎（当地称为 bungwall），但是还没有民族学材料描述这种加工行为中使用的工具类型。坎明加（Kamminga 1981）提出过一个假说，认为加工过程是通过使用带有斜面的捣杵完成的，这种工具可以用很多种石质材料制作。在考古标本中，坎明加观察到工具斜边侧面细微的使用磨光痕迹，并提出了这些痕迹产生于工具与植物根茎在碰触过程中轻微摩擦的假设。随后，吉利逊和霍尔（Gillieson and Hall 1982）使用自己模拟制作的斜面捣杵加工了这种乌毛蕨属

植物的根茎，复制了坎明加观察到的磨损形式。

残留物研究紧随其后。吉利逊和霍尔的实验模拟工具被细心清洗并制作了塑胶模型，然后存放了五年之后取出。霍尔等研究者最终从工具表面提取到了大量的淀粉颗粒（Hall et al. 1989）。对史前采集样品的初步观察也显示了较为明确的结果，取自史前工具上的淀粉颗粒与实验产品上来自乌毛蕨属植物的颗粒是一致的。这项研究展示了一个考古讨论的经典案例，它的结构已由图 6.3 勾画了出来，并在附栏 6.1 中做了详细的解析。

淀粉残留物分析已经在热带和干旱地区很好地发挥了作用，这些地区的生存者需要大量含淀粉质的食物。其中一个地区就是巴拿马，在这里，玉米、竹芋，或许还有树薯一类的含淀粉质的植物，被边缘磨圆的砾石和特制的磨石研磨成粉末。来自多种植物的淀粉颗粒残留在工具上，处于不同自然环境中的很多遗址都发现了这种现象（Piperno and Holst 1998）。在巴布亚新几内亚，从黑曜石工具的表面也提取过淀粉颗粒。这些工具表明，高频率地出现淀粉残留物和使用痕迹之间有着很密切的联系，进一步证明携带有淀粉残留物的石制品即为加工相应植物的工具（Barton et al. 1998）。

另外一种从工具表面成功提取出的植物残留物就是植硅体。在最近的一项研究中，基尔霍费尔等对巴布亚新几内亚的两个遗址出土的黑曜石制品进行分析，对工具表面发现的植硅体与遗址地层中的植硅体做了对比（Kealhofer et al. 1999）。工具表面残留的植硅体比地层中的出现频率更高，而且工具上植硅体显示的植物种类更少，表明这些工具曾被用来加工含有特定植硅体的植物。显然，植硅体和淀粉残留物分析手段在今后将越来越重要，会在对史前植物材料加工的判定中起到非常大的作用。

附栏 6.1 将工具和行为联系起来

有些时候，石制品分析要解答如下问题：在史前社会的某一时段或者某一地区，完成一项特殊的工作需要用哪种类型的工具。工具常常是多功能型的，这使我们并不是很容易回答上述问题，但是，有一些工具具有占主导的功能，例如澳大利亚的斜面捣杵。工具与行为的联系是经典的考古学问题，对此在图 6.3 中予以解析。

有些现象常常引发我们对史前记录的思考，比如昆士兰州东南部土著居民对于蕨类植物根茎的消费。问题在于，尽管有民族学材料证明土著居民加工这种植物资源，但是民族学材料和考古遗存都没有提供任何明显的线索来指示这种植物的加工工具。要解决这个问题，必须先建立一个假设，假定一种史前工具可能被用作加工植物根茎，在前述的背景下，斜面捣杵就成为这种假设的史前工具。接下来要做的就是观察考古标本上是否有假设中提出的特征，同时进行实验（Kamminga 1981）。因为假说是有关功能方面的，因此采用使用痕迹作为标准是可行的，而这个假设最终在一个低的层级上被证实了。

尽管如此，特定的使用痕迹在逻辑上与我们预期的结果一致并不一定能证明这种关联的有效性。根据对史前工具的假设，在实验制品上有控制性地复制相同的使用痕迹，才能加强这种联系。在此方面，吉利逊和霍尔完成了对斜面捣杵的复制并将其用于加工蕨类植物。

实验的结果是假设的使用痕迹形式在小部分工具上得到验

证，在这个过程中评估出的标准可以被应用于昆士兰州东南部更多的考古材料上。此时产生了一些问题：所有的斜面捣杵都带有与实验复制品一样的使用痕迹么？所有这类工具的痕迹都一致么？其他类型的工具会不会也带有这样的使用痕迹？等等。

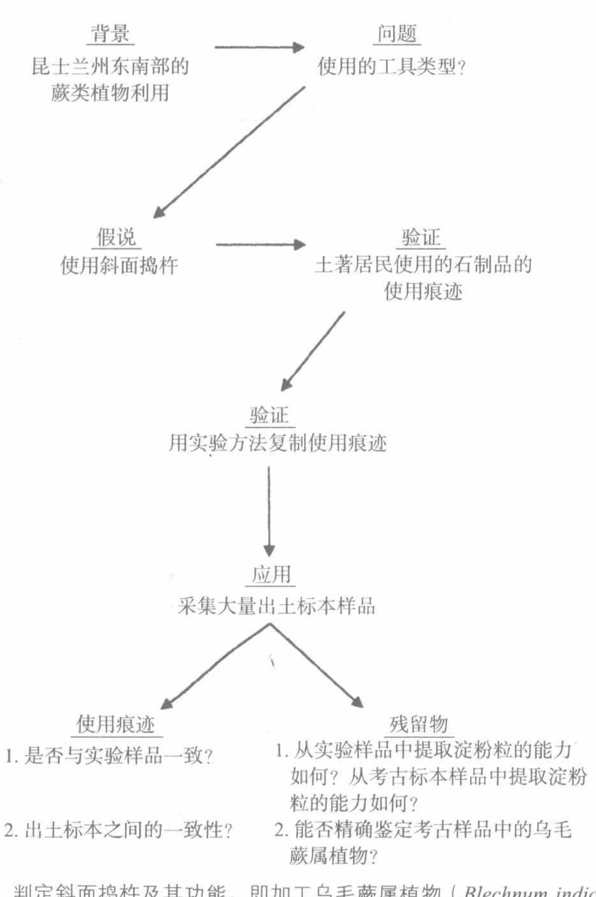


图 6.3　判定斜面捣杵及其功能，即加工乌毛蕨属植物（*Blechnum indicum*）的讨论过程

解决这些问题需要大量年代确定并具有典型意义的标本。

针对蕨类植物的加工问题，昆士兰州东南部的考古学家使用了另外一套验证标准，即残留物分析。因为乌毛蕨属植物的根茎含有淀粉，其中一些淀粉可能还残留在使用过的加工工具上。要弄清淀粉是否能残留在工具上，还有能否被成功地提取出来，首先使用实验制品来进行尝试是很有必要的，该方法是霍尔等率先提出来的（Hall et al. 1989）。如果在那些于实验室中仅仅存放了五年的实验标本上不能观测或提取到残留物的话，那从经过风化并埋藏了更长时间的考古标本上提取出淀粉粒残留物就更加没有希望了。而霍尔等进行的实验非常成功，一定程度上树立了研究人员的信心。但是，淀粉降解的比率和它能够保存的埋藏环境还有待讨论。与使用痕迹分析的技术路线相同，如果实验能够进行顺利，那接下来就可以将淀粉残留物分析应用于控制较好的考古样品中了。使用痕迹和淀粉残留物是两种不同的证据，因此，如果一个假说能为这两者所证明，那么这个假说就更加接近事实，并且较之于仅被一项证据证明的假说而言更加坚实可靠。

动物加工

根据动物个体的大小和一些自然属性，还有它们的骨骼、毛皮等用途，史前人类可以采取多种形式来加工捕获的动物，有些方式可能会相当地违背常规。例如，在约埃（Yohe）等提供的一个实例中，史前南加州古人类捕获啮齿类动物，也许也包括一些爬行类，使用研磨工具将它们研磨成粉末，然后用于煮汤或者炖，或做

一些其他的调和物（Yohe et al. 1991）。这个论点后来被植硅体和免疫学残留物分析所证实，这些植硅体和残留物是从两个考古遗址出土的研磨工具上提取出来的。虽然植硅体分析并不是决定性的手段，但利用交叉电泳技术在两个遗址都找到了啮齿类的免疫球蛋白。在这种技术的帮助下，研究人员否定了这些地区遗址中出土的粗糙磨石是单纯服务于植物加工的看法。

加工鱼和更大的动物一般被认为是屠宰行为（就鱼而言即为切片），但是这种行为常常很难与剥皮作业区分开（Frison and Bradley 1980: 127）。在试图解读美洲大平原史前屠宰行为方面，学术界已经取得了很大的成就，这里发生的屠宰行为主要与本地的主要资源——野牛有关，在该地区史前人类的营生模式中，野牛扮演了重要角色，它们在特定的场所被捕获，或者在露天场所被屠宰，到处都有屠宰野牛的痕迹。仅仅对该地区的野牛屠宰现象进行观察或许存在物种的局限性，但是推而广之，这个加工模式肯定也适用于其他大型动物。

屠宰工具通常简易有效，而且不局限于石质工具。事实上，一旦动物被锋利的刀切割开之后，用尖端分叉的野牛肱骨制作的工具很容易就可以使皮从相连的肌肉组织上分离下来，也可以用锤将皮肉敲打松弛，然后再用石刀来行使这个功能。在这种情况下，加工野牛的“工具箱”中包括了锋利的切割工具、重型砍砸工具和斩骨工具。

屠宰工作事实上较为烦琐，工具很快就会被油脂和肌肉组织粘连以致不能继续使用。给这样的工具装柄可能会适得其反，因为这种高强度的工作会给捆绑物带来很大的拉力，以至于工具的很大部分都需要被捆绑住。这样的构造减少了可用于切割的刃缘的长度，

并且增加了将捆绑物弄脏继而坏掉的几率[1]。与此相反，不装柄的石制工具拥有更长的可使用刃缘，可以在使用者手中随意翻转，也很容易修理，在不能有效使用的时候可以轻易地丢弃（Frison 1978: 301-328, 1979; Frison and Bradley 1980: 127-130）。尤其是在夏秋之际，在北美大平原上进行屠宰工作时，更要考虑上述因素，因为这种情况下屠宰效率和速度非常关键。一年中的这个时候总是炎热逼人，即使坐在凉台上喝冰镇薄荷酒也难以阻挡酷暑。在这种条件下未加工的肉仅存放一到两天就会腐败变质（Frison 1979: 260）。

不过，前述假设的加工野牛的细节也可能不完全正确。史蒂夫·托姆卡（Steve Tomka）就注意到，在较大的工作强度下，权宜工具没有定型的工具好控制（Tomka 2001），权宜工具产生较少的杠杆作用，而且在使用的过程中会使人产生不适，这表明当用于加工可观数量的中大型哺乳动物时，工具有可能被装柄使用。出于对北美大平原上多数定型工具都被装柄的假设，他认为，制作定型工具（没有很好地下定义，但似乎指的是相对锋利或者是经过精心修理的工具）可能并不是居民流动性的需要，而是像其他学者曾提出过的，是进行肉类加工的需要。

对这些错综复杂关系的探讨和对史前屠宰工具的分析，在很大程度上依靠实验模拟和对工具的技术分析（Frison 1978, 1989; Frison and Bradley 1980）。使用痕迹分析可以对判别屠宰留下的痕迹起到很大的作用（如 Kay 1996），但这方面做得还很少。而血液残留物分析也应该在验证动物加工行为方面起到一定的作用（Kooyman et al. 1992）。表 6.2 对本节讨论的食物加工问题进行了总结。

1　捆绑物多为木质或竹质，在屠宰作业中容易腐烂，导致柄的损坏。——译者注

表 6.2　动植物加工问题的石器分析判定

资源	研究问题	工具类型	分析手段	参考文献
野生坚果	植物加工的辨认	磨制和琢制的石质工具	不同种类工具的使用频率；使用痕迹：磨痕、敲击痕、凹坑	Stafford 1991
种植谷物	制作过程，辨认	燧石打谷橇	科技手段；使用痕迹分析	Bordaz 1965; Whallon 1978; Fox 1984; Whittaker 1996
种植玉米	研磨工作的效率	上、下磨石	磨光面位置；工具形态	Morris 1990; Adams 1993
野生蕨类根茎	加工工具	斜边杵	使用痕迹分析；实验；淀粉残留物分析	Kamminga 1981; Gillieson and Hall 1982; Hall et al. 1989
淀粉植物	植物加工的辨认	黑曜石工具，磨石，磨边砾石	使用痕迹；淀粉残留物分析	Barton et al. 1998; Piperno and Holst 1998
草	植物加工的辨认	黑曜石制品	使用痕迹分析；植硅石残留物分析	Kealhofer et al. 1999
小型啮齿类、爬行类	研磨动物	研磨工具	植硅石分析；血液免疫球蛋白分析	Yohe et al. 1991
野牛	加工处理的类型	两面器、砍砸器、石片、石锤	科技手段；使用痕迹；血液残留物分析	Frison 1978, 1979, 1989; Kay, 1996; Bement, 1999; Tomka, 2001

遮蔽所、辅助设施和衣物

本书的主题涉及众多有关人类文化的信息，但这些信息都不是单靠石器所能揭示的。石制品材料就其性质而言，是具象而单一的，只有结合共存关系（context）才能被正确解读。很少有人能发现镶嵌在欧洲野牛肋骨中的投掷尖状器，这样的共存关系既确凿又

明确。在更多的情况下，共生关系是通过石制品被发现时的一般情形加以判断的。用于修筑建筑物和设施的工具可以很好地证明这一点，于是引出下面的研究问题：

问题 25：石制工具如何应用于遮蔽所、辅助设施和衣服的加工？

建筑物和辅助设施

北欧末次冰期的最后阶段，冰川退缩，森林向苔原带蔓延。生活在这个愈发封闭地区的狩猎采集者意识到，他们的生存依赖于改变环境的能力。北欧中石器时代早期出现了一种新型的石制品，那就是打制的石斧，这种工具显然是为加工木材和砍树而设计的（Schwantes 1923; Clark 1975: 106）。石斧应该对以下几项活动有所帮助：清除森林开辟居住地或改造森林边缘环境以利于放牧；建造房屋；制作工具的装置和把手；还有其他活动。尽管不论将石斧用在上述哪项工作中都颇有道理，但是我们还是不能确切地说明中石器时代早期石斧的真实作用。同样难以确定的还有中西欧处于早期农业阶段的线纹陶文化中的石斧和石锛、纳吐夫文化中复杂采集者的研磨器，以及世界其他地区的史前人类使用的一些类型的工具。

即使工具被做了深入的功能性研究，这种不明确性还是存在。例如，在俄克拉何马州东部的莱斯利沃尔史前居住遗址，所出土的器物具有大量的能为分析遗址空间问题提供帮助的特征。石制品的使用痕迹分析显示，遗址中部是家庭居住的主要区域，该区域分布的砍砸和楔劈工具有力地证明了这一点（Odell 1999），因为这些工具的使用痕迹类型被解释为与建筑房屋有关，这些房屋就应该集中在主要的家庭居住区。尽管这种解释较为合理，但仅

就使用痕迹而言，这些石质工具能够被证实的仅仅是对中等硬度材料的敲砸而已。

将一些特殊工具与制造辅助设施联系起来存在着相同的问题。像防风墙、捕捉小动物的圈套陷阱、捕鱼的圈套和水坝这些设施常常在温暖湿润的气候下用木头制成。制作过程中使用的工具可以被认为是木材加工工具，并可以被识别出来，但是，这些工具究竟是从事什么具体的工作，研究者只能从眼前仅有的石器分析中摸索答案。

建造深入地下的辅助设施，比如储藏室和炉灶坑，需要挖掘的工具。挖掘行为使工具与泥土有相当大的摩擦，这些泥土中含有大量的植硅体或其他硅质体。这些摩擦和接触常常会导致特殊的使用痕迹（如深擦痕），或是在痕迹中留下硅质物（如硅质光泽）。这些特征的功能性差别可以通过使用痕迹分析识别出来，而类型学和技术学分析却不能提供什么帮助，因为能从事这项工作的工具在形制上基本没有什么显著的特点，并且不同的文化人群使用的类型差异很大。当然，挖掘工具也不完全用石材制作，北美大平原史前时代晚期的古人类就曾使用胫骨制作挖掘棒，并用肩胛骨制作锄。

衣物制作

衣服可以用植物材料制作，正如美国大盆地地区的居民穿的草裙和草鞋（Kelly and Fowler 1986: 373; Thomas et al. 1986: 269; Kehoe 1992: 367）、雪松树皮编织的帽子、西北海岸印第安部落夸扣特尔人（Kwakiutl）使用的围裙和毯子（Codere 1990: 366）等。制作这些东西需要尖状的和铲状的有机质工具，而不是石器。石制工具的使用仅发生在制作过程的开端——切割芦苇或将雪松树皮切

片，这些行为很难直接与衣服的制作联系起来。

而制作毛皮衣服就是另外一回事了，石器在毛皮加工中起到很大的作用，也许这种作用没有考古学家以往认为的那样显著（参见Schultz，1992 年的大平原民族学综述）。有一些工具组合清楚地展示了毛皮刮削的行为，说明了其工作的目的是制作衣服、毯子、小垫子和其他用于保暖、遮盖等功能的家庭用品。在此方面有来自法国西南部卡斯格罗斯早期马格德林文化遗址所出土的石制品组合的实例，沃恩（Vaughan 1985）所做的使用痕迹分析发现了这些石制品表面大量的刮削毛皮的痕迹（参见附栏 5.3）。

如果将所有的毛皮刮削痕迹都归因于生产所需的衣服和日常用品的话，可能不太稳妥。举个反例来说，北美大平原和东部森林地区在史前时期存在着土著美洲人和外来欧洲人的物品交换行为，交换物品为海狸、鹿和野牛等哺乳动物的毛皮。鹿皮可以制作印第安人和其他居民所穿的皮上衣和马裤，海狸皮毛可以做帽顶，这种帽顶于 17、18 世纪在欧洲非常流行。

同样的，在大平原上冬季寒冷的季节可以利用野牛皮来取暖（如 Stewart 2001: 340），希多特萨人（Hidatsa）和曼丹人（Mandan）还用野牛皮来制作圆形的牛皮筏子（Stewart 2001: 339; Wood and Irwin 2001: 353-354）。但是在俄克拉何马州的费迪南迪纳（Ferdinandina）或者迪尔克里克（Deer Creek）这样的遗址（Sudbury 1975; Wedel 1981），有证据表明曾发生过繁荣的野牛皮贸易——不仅针对大平原上的其他印第安部落，而且还针对欧洲移民。不过欧洲移民对野牛皮的用法很可能与印第安人不同，可以想象，一位现在处于巴黎或者里昂夜晚的歌剧院里的贵妇，一定会用野牛皮制的最新潮的长袍装点自己。野牛皮在欧洲消费者中流行的

原因不在于制作衣服，而是用作轮子和车床的传送带，以此推动了工业革命。

迁徙与技术的组织安排

大多数狩猎采集人群会自然而然地向他们所要利用的资源地移动。资源利用的形式会伴随一系列的相关问题，不仅涉及目标资源的自然性质和产地，还牵扯到资源地与营地的方位和距离、部落中哪部分人参与、部落如何得到后勤保障，以及提取资源所必需的技术种类等问题。路易斯·宾福德著有影响深远的文章，分析了狩猎采集的决策与作业过程的许多方面（如 Binford 1977, 1979, 1980）。

当一种或多种自然资源可以被获取，并且能够服务于社会、宗教、政治和经济活动时，人们就会开发这些资源，随之产生人群在不同地区活动的现象，这种活动就是“迁徙的组织行为”（organization of mobility）。宾福德将两种形式的组织行为概念化。其一是采食者（forager），只要条件允许，整个部落就在不同的资源之间活动；另一种是集食者（collector），他们每迁徙到新居住地，就会建立新的大本营，部落指派的“小分队”会外出寻找所需的资源，然后将它们带回居住地。理论上讲，以集食为生计方式的部落较之于采食者的群体更庞大，而且他们更容易在一个地方居住更长时间。尽管查特斯（Chatters 1987）和其他学者都曾指出过，狩猎采集者迁徙策略内在的多变性作为连续的统一体，应该被更精确地描述，它是多元的，而不能简单地分成两种概念，但是宾福德的这种对狩猎采集者迁徙行为的概念化已经被证明是非常有效并且有启发性的。

成功的迁徙策略都得益于能应对紧急任务的技术支撑，比如保

暖、清除森林障碍、建筑房屋和辅助设施，还有获取并加工食物等。石质工具在这些技术中，进而在社群的季节性生存和迁徙策略上，扮演了不可或缺的角色。尽管一些学者将工具的技术性组织从迁徙的组织系统中分离出来，作为单独的行为来研究，但是这两个概念相互关联，并且很难在低的活动层面上区分开。这里将集中讨论石器组合，同时也意识到石器组合与各类迁徙组织之间的紧密联系。

工具的设计

工具是针对特殊的工作目的，为使人类摆脱环境的约束而制作的。与特定行为有关的动作和表现特征具有一个通用的模式，希弗（Schiffer）和斯基博（Skibo）曾详细地阐述过这种模式，并将理论应用到了史前陶器的研究中（Schiffer and Skibo 1997）。皮特·布里德（Peter Bleed）针对石器情况做了阐述，提出了任何石器组合中的工具都将遵循的两个主线（Bleed 1986）。一个是可维护性，有时候称之为机动性，或者说是一件工具在不同情况下都可以被使用的能力。另外一个就是可靠性，或者说是一件工具随时都能根据需要发挥作用的能力。肖特（Shott 1986）、纳尔逊（Nelson 1991）和其他研究者也做过相关的讨论，包括机会主义行为、多功能性和其他相关的特性。

然而事实上，这些概念非常难于应用到石制品的实际分析工作中，因为：①大多数石器具有上述双重特征，只是程度不同而已；②能代表上述两条主线的石器特征很难提取；③一件石制品常常不能构成完整的工具，不能完成原初的构想和使用。如果一件石器上曾装有把手，那么它的使用方式就显然有异于不装把手的状态。当然，工具装柄的证据常常并不那么显而易见。另外，一件石制品可能曾经是一件大的复合工具上的一部分，但是多数情况下分析者很

难确定这一点。

尽管存在分析上的困难，这些工具的特性对于制作和使用它们的人来说是真实存在的。因此，一种能将各种概念结合在一起的针对组合多样性的研究方法，比传统的石制品分析方法更能够使分析者深入了解史前社会中特定工具种类发挥的作用。这种研究侧重于史前工具的设计，能够应用于某一类型，或整个石制品组合。由此可以引出如下问题：

问题 26： 史前工具是如何针对特定的情况而被设计出来的，考古学家如何确定不同工具在设计上的差别？

鲁特等（Root et al. 1999）就采用了上述注重工具设计的石器分析，研究对象为北达科他州西部奈夫河（Knife River）采石场地区三个福尔瑟姆时期居址出土的石制品组合中的一类独特工具。所谓独特工具指的是一种制作精良的两面器，研究者称之为“超薄两面器”（ultrathin biface）。技术学研究能够识别出这种超薄两面器的制作步骤，使用痕迹分析显示这些两面器是作为屠宰刀被使用的。大多数这个类型的两面器都由距离遗址 100 公里以外的雷尼丘（Rainy Buttes）的硅化木制作，因此工具是制作完成后运输回来的。这些研究表明超薄两面器是福尔瑟姆文化的重要屠宰工具，主要加工对象是野牛，这些两面器还被频繁地再次整形和重复利用。这些两面器被使用者携带了很长一段距离，直到他们在奈夫河打制新的工具后才被丢弃。

海登等对从位于不列颠哥伦比亚省腹地的基特利克里克（Keatley Creek）居址出土的整个石制品组合应用了上述分析方法（Hayden et al. 1996）。对这个地区的材料采用石器设计分析的益处

就是，当时美洲原住民还在采用传统的狩猎采集生计方式，而且学者们对他们的生活做了大量的民族学调查，已经发表了许多文章。因此说，这些人群的生存和季节性营生方式、他们的各种石制品的用途、他们的活动所受到的限制等，基本都是已知的。拥有这些背景知识，考古学家就可以顺利地将石制品组合分析引入史前人类生存策略的讨论中，这比单纯分析石制品本身的特点要有效得多。这里的技术策略例证包括：权宜性的块状石核技术、两面器技术、工具便携并持久使用的思想、开采新石料的砸击行为、对石料再利用的砸击行为，以及对磨制石器的切割。

如前面章节所述，近些年来关于石器设计的思考在对磨制石器的研究中更加突出，包括对磨制效率的检测（Morris 1990; Adams 1993, 1999; Hard et al. 1996）和不同原料产生的影响，这种影响能够直接左右研磨效率（Stone 1994）。对于加工玉米（Stone 1994）和种子（Wright 1994; Fullagar and Field 1997）等的特殊器具，如研磨器，也非常适合使用石器设计理念进行研究。表 6.3 列举了一些石器设计方面的研究实例。

表 6.3　通过石制品分析确定的石器设计要素

设计性应对	工具类型	分析方法	参考文献
为特定情况设计的工具	薄两面器	残留物分析；测量学；使用痕迹分析	Root et al. 1999
为特定情况设计的工具	整个组合	剥片分析；原料分析；使用痕迹分析	Hayden et al. 1996
为高效率设计的工具	磨石	研磨面范围；使用痕迹	Morris 1990; Adams 1993, 1999; Stone 1994; Hard et al. 1996
为特定产品设计的工具	研磨工具	类型学；残留物分析	Wright 1994; Fullagar and Field 1997

原料的采备、供给和使用

工具整修模式

狩猎采集文化的工具设计能反映出古人对季节性和迁徙性的思考，对原料的采备也是这样。毕竟，那些硬的材料是从某个地方被捡拾起来，而这样的地方一般来说人们每年都要踏足。目前已有的一些关于原料采集方式的讨论，其焦点集中在，究竟是一个群体指派一小部分人采集资源供给整个群体，还是全体成员在季节性移动的过程中路过原料产地顺便采集。考古学家拥有的资料往往不足以解决这样的问题，没关系，石制品组合中特定材料的存在可以证明它通过某种方式被搬运到我们发现它的地方。即使获取这些原料的细节我们不得而知，原料采备的组织结构或形式有时候是可以被推知的。这个问题可以被概括为：

问题 27：史前时代石制品原料以什么形式被采备和使用，什么样的考古学方法适用于对原料问题的研究？

一个群体通常根据所需要的工具来准备原料。因格贝尔（Ingbar 1994）进行了一次假想的狩猎采集人群在季节性迁徙过程中，在三个石料产地采集石料的模拟实验。在整个实验过程中，从每个地点采集石料的多少是根据人群居住地与石料产地的远近关系而定的。一伙刚刚去过某个采石场的人会持有许多这个采石场的石料，反之，如果这伙人已经离开某个采石场好几个月，那么他们所持有的这个采石场的石料很可能已经大幅减少或者用尽。在这种情况下每种石料类型假定的出现频率通过图 6.4 做出了说明。

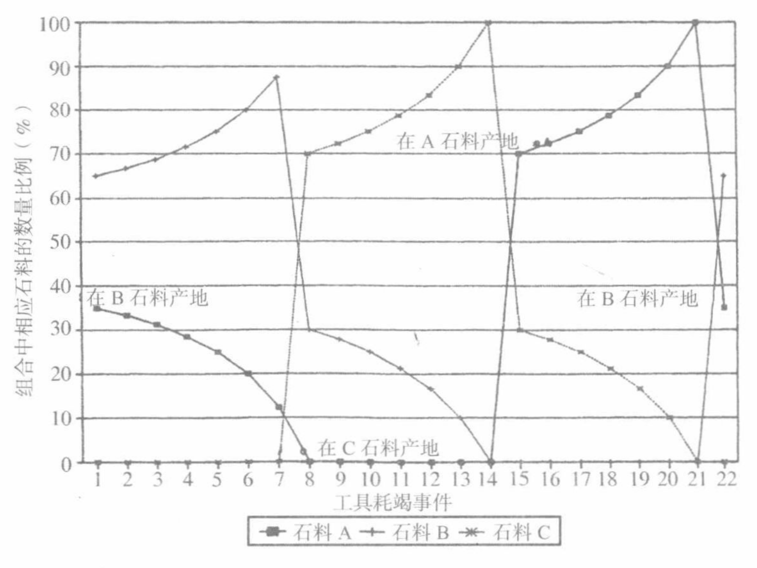


图 6.4　流动采食人群石器组合中来自三大产地石料频率模拟图（Ingbar 1994：Fig. 2）

如因格贝尔所言，霍夫曼认为（Hofman 1992），影响组合构成的最重要的变量（至少对于北美大平原上福尔瑟姆时期投掷尖状器而言）不是与原料产地的距离，而是采集石料之后工具加工的次数。工具加工，或者说整修狩猎和屠宰工具，会影响制作这种工具的原料成分。离开原料产地以后，随着工具整修次数的增加，双面打制的石核会越来越少，而粗加工的毛坯半成品（大石片）会越来越多。针对尖状器，霍夫曼引入了一个工具修整指数，即被修整尖部所占的比率与完整尖状器平均长度的比值。其假设前提是修整的次数越多，器身就会越短。霍夫曼用这个指数对七个福尔瑟姆时期的石器组合进行了比较，结果如图 6.5 所示。在所有被研究的材料中，伊莱达（Elida）组合经历了最多次的工具翻修事件，而福尔瑟姆和利普斯科姆（Lipscomb）组合经历得最少。比门特（Bement 1999：

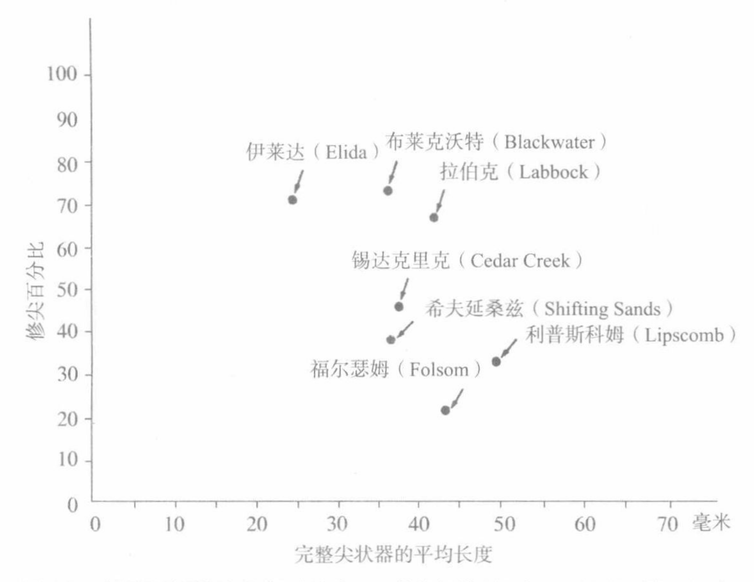


图 6.5　大平原地区福尔瑟姆遗址的工具整修指数（Hofman 1992：Fig. 6.9）

141）后来应用这个指数分析了俄克拉何马州库珀野牛屠宰遗址出土的尖状器。归属于三个屠宰阶段的尖状器产生了各异的工具修整指数，表明狩猎者在不同阶段对工具进行了不同程度的整修。

在此之前，贾奇（Judge 1973: 199-203）曾试图在一些群体的生活轨迹中识别出具有特定技术生态位指向的不同遗址。为此，他使用了尖状器与毛坯的比例。有着高比例尖状器的石制品组合被解释为用于营地生活，猎物在屠宰之后被带回这里。有着高比例半成品的石制品组合则指示了武器制作场，这里集中生产成品尖状器。阿米克（Amick 1994）后来指出，工具原料的可获性会强烈地影响这种模式。

科纳尔（Conard）和阿德勒（Adler）对属于旧石器时代中期的出自德国瓦勒特海姆 D（Wallertheim D）居址的整个石器组合得出

研究结论，透过用灰色安山岩工具补充棕红色流纹岩工具的现象，至少在居址的一部分可以看到工具翻修和循环使用的过程（Conard and Adler 1997）。这个结论是在对每种类型的工具进行细致的拼合、对石制品分布和打片顺序做分析之后得出来的。大多数石制品都是在制作成形以后被带入遗址的，然后在遗址中进行维修。

对迁徙的应对

一个石制品组合中原料种类的构成受一系列因素影响，其中之一就是迁徙的组织形式。这个概念在许多文献和前面的章节中都被论述过，在此不多着墨，仅谈及它所促发的一个研究问题：

问题 28：如何通过石制品资料阐明史前狩猎采集者的迁徙组织形式？

在约旦南部，旧石器时代末期与中石器时代之交曾经发生过古人类的迁徙活动（Henry 1989），在这里，从距离燧石产地较近的位于高地上的小规模短期夏季营地，到距离燧石产地较远的洼地中的大规模冬季营地，季节性迁徙形式有着多种多样的变化。在低洼地带营地，石制品组合中毛坯/石核的比值明显高于高地者，说明燧石石材是从高地向下输送到资源匮乏的地带。有关石器制作的各种参数有力地支持了这种结论。尽管这两个地区史前石器技术的主要推动力都是小石叶的生产，但就所产生的石叶和石叶石核剥片面的平均长度而言，低洼地带者要小于高地者。另外，低洼地带出土的石叶和石核上剥片面的最大长度上也不及高地者（图 6.6）。这些结果表明，在运往低洼地带的居址以前，石器制作者已经对石核进行了最初的预制，而这种预制的地点应该

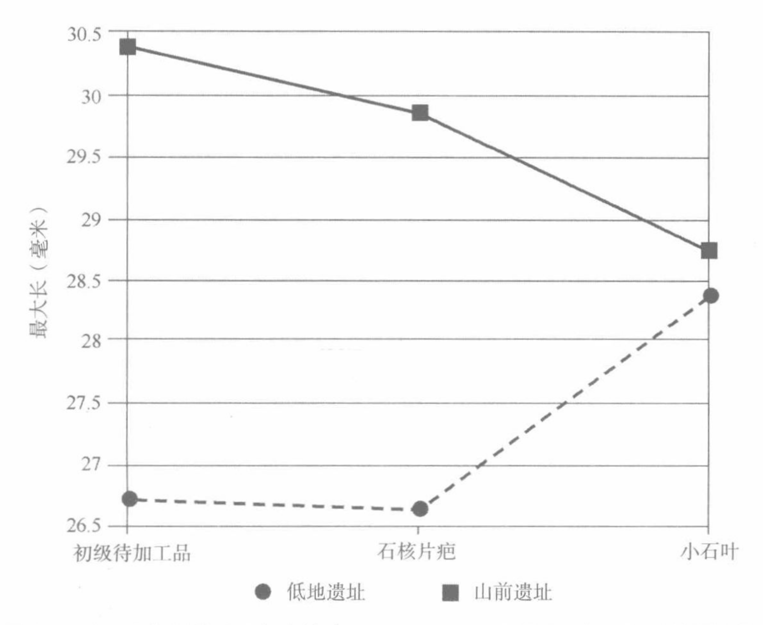


图 6.6　约旦南部低地遗址与山前遗址中首次剥片、石核片疤与小石叶的平均最大长度（Henry 1989：Fig. 7）

位于燧石产地或距离燧石产地较近的地方。

关于迁徙的组织形式对石器技术的影响，布莱兹（Blades 2001）也曾做过观察和阐释，他的研究对象是法国南部的奥瑞纳文化。他采用生态学模型来探讨有关问题，假定流动性非常大的早期奥瑞纳狩猎采集者在寒冷时期猎捕像北美驯鹿这样的食草动物，而居住在温暖时期的晚期奥瑞纳群体则以多种资源营生，并且居住的流动性大大削弱。综合原料、工具类型、工具加工强度、背面石皮比例和石核与毛坯比例这些变量，他得出这样的结论：与流动性较大的早期奥瑞纳人群有关的石制品组合，原料中包括一些离产地较远的种类；而晚期奥瑞纳人群的石制品的石料都来自产地

附近。另外，早期奥瑞纳石器显示了更大强度的加工，而晚期奥瑞纳组合则展示了更大强度的石核剥片行为。

在北美，有证据表明移动的狩猎采集人群的石器组合较为标准化，这是对技术不确定性的应对，也是工具高频率装柄的结果（Keeley 1982: Shott 1986: 39-43; Young 1994; Amick and Carr 1996）。从较长时段上看，存在这样一种趋势，在整个全新世，规范化的两面器技术逐步衰落，权宜型工具的使用逐渐增多（Koldehoff 1987; Parry and Kelly 1987; Odell 1996, 1998b）。另外，奥德尔（Odell 1994b）还注意到，在伊利诺伊一系列遗址出土的组合中，石器上的装柄痕迹随时间的推移而增多。装柄行为的增加是通过工具被置于柄装置中所占部位的比例的增加而推导出的，这种装置随着时间的推移使每件石器功能单元的平均数量减少，石器的功能种类和加工对象种类也相应减少。在永久性或半永久性定居的居址中，随着使用强度的增加，每件工具与使用端相配套的装置会比以前有所增加（Odell 1994a）。

有趣的是，欧洲南部处于居址迁移状态的旧石器时代文化对工具便携性需求的应对不是制作更多的两面器或者标准化工具，而是携带小型的工具。通过计算和比较一件工具的潜在效用与整个器身的关系，库恩（Kuhn 1994）发现，那些总体长度是最小可使用长度 1.5 ～ 3 倍的工具最有效。这个公式被莫罗（Morrow 1996a）批判过，他强调，小型工具会在短时间内被消耗掉。尽管如此，欧洲流动性较大的狩猎采集人群的工具组合与北美是不同的。产生这些不同的原因可能包括最佳尺寸、有效性、原料的获取性、功能的设计，或者仅仅是两个大陆史前技术发展的路线问题。

对石料可获性的应对

迁徙组织形式对石制品组合多样性的影响往往与其他因素难以区别，比如工具原料的可获性等。有时候，这两方面因素只是在不同层面上分别起作用，比如说，移动性差的人群经过原料产地的机会比移动性强的人群少得多，因此他们对资源的选择和技术的发展会受到更多的限制。现在让我们聚焦于原料的可获性以继续探讨组合多样性的问题，请务必时刻提醒自己：原料可获性可能会在其他层面上与迁徙的组织行为或者其他相关变量共同起作用。这里的一个主要问题是：

问题 29：对石器原料可获性的不同应对策略如何能在史前遗存中被辨识出来？

在缺乏或缺失优质石料的地区，通常的解决办法就是从远处的产地将石料运输回来。这些外来石料本身的品质会使它比本地石料更适合制作某些特定的工具。例如，安德列夫斯基（Andrefsky 1994）发现，在资源贫乏的华盛顿州的卡利斯贝尔河谷（Calispell Valley）遗址，本地的石料多数被用来制作权宜性的工具，而较好的外来石料则被用于制作相对高级和精致的工具。麦克唐纳（MacDonald 1995）在俄勒冈注意到了相同的情况。事实上，在整个美国西部，晚期古印第安福尔瑟姆类型工具的制作者几乎完全倾心于非本地石料，以此制作技术性较强的如带凹槽尖状器、雕刻器和钻这样的工具，本地的石料则用于制作更简单随意的石片和刮削器（Ingbar 1994; Amick 1999）。

规范的工具类型并非反映石料可获性差异的唯一因素。迪布

尔（Dibble 1995）研究了法国西南部的两个旧石器时代中期组合中经过修整的工具和剥片产品的几个技术变量。孔伯—卡佩尔—巴斯（Combe-Capell-Bas）遗址是一个典型莫斯特[1]遗址，该遗址地处石料资源地，石器中以锯齿状器和凹缺器为主；而孔伯格勒纳尔（Combe Grenal）遗址是属于基纳莫斯特居所遗址，以刮削器为主要工具，距离最近的石料资源地 35 公里。迪布尔提出，孔伯格勒纳尔遗址所受到的原料限制导致其石制品组合呈现出比孔伯—卡佩尔—巴斯遗址更小的石核、更短的石片和工具、更小的石片面积和石片与石核长度比的更小比值，还呈现出毛坯数量 / 石核数量、石器数量 / 石片数量比更大的比值。所有这些结果都是孔伯格勒纳尔遗址的居民因为石料产地较远而导致节约利用石料的行为造成的。

奥德尔（Odell 1989b，1996）在比较研究拿破仑洼地遗址和坎贝尔洼地遗址的石制品组合时使用了另一种技术变量。拿破仑洼地遗址位于一个燧石资源丰富的地方，而坎贝尔洼地位于伊利诺伊河对面燧石资源比较匮乏的地方。坎贝尔洼地遗址表现出的节约材料的行为有这样的特征：每一片可利用的石料都被试图制作成有效工具。因此，坎贝尔洼地的石制品组合中几乎没有石核，因为先前存在的石核都被最大可能地挑选可利用的边缘，最后使用殆尽了。坎贝尔洼地的石器制作者还被迫采用砸击技术来维护石器，他们丢弃的工具相对于石料资源丰富地区的遗址更加破碎。这种节约材料的行为在其他地方也被辨识出来，可能是人类对石料资源贫乏的普

1 莫斯特技术体系（Mousterian）包含四大类型，分别为锯齿状器莫斯特（Denticulate Mousterian）、基纳莫斯特（Quina Mousterian）、典型莫斯特（Typical Mousterian）和阿舍利传统莫斯特（Acheulean Mousterian）。——译者注

遍应对策略。

有些遗址所在的地区缺乏或者缺失合适的石器原料，这类遗址的石制品组合常常出现对工具的极端和不正常使用，从中可以识别出遗址居民的节约行为。举例来说，卡扎良（Kazaryan 1993）把来自亚美尼亚旧石器时代中期遗址的石片和汇聚型刮削器表面大量而集中的使用痕迹归因于上述行为。在北美中部，奥德尔（Odell 1989b，1996）观察到，在资源贫乏地区，工具破损的边缘都被深度使用过，而在石料资源丰富且质量高的地区，工具上的这些破损痕迹要少得多。

不幸的是，这些节约材料的特征在大范围上并不一致，必须以个案研究为评判基础。一个重要的个案是库恩（Kuhn 1991）对意大利中西部的两个莫斯特遗址——格罗塔—瓜塔里（Grotta Guattari）遗址和格罗塔—迪圣阿戈斯蒂诺（Grotta di Sant' Agostino）遗址出土的石制品组合的比较。瓜塔里遗址位于燧石砾石较为丰富的沿海平原上，而迪圣阿戈斯蒂诺位于相似的环境中，但是周围却没有发现燧石资源。如上文所说在伊利诺伊河谷和法国西南部开展的研究一样，库恩发现，遗址与最近的拥有高质量石料的产地的距离会对石核的利用率产生深刻的影响：燧石比较丰富的瓜塔里遗址比圣阿戈斯蒂诺遗址含有更多的实验性、偶然性石核。但是这种石料差别的影响在工具加工强度，也就是组合中被加工成器者的相对数量以及单件工具边缘被有意识地加工的长度的平均比例上，并不能体现出来。瓜塔里遗址事实上比圣阿戈斯蒂诺遗址有更大比例的修理石片、更高的剥片指数和更大比例的多边修理工具。因此，不管生活在圣阿戈斯蒂诺遗址的居民有什么样的节材行为，他们显然没有进行大强度的工具深加工。或许遗址居民对石制

品进行了高强度的利用，但是这种说法还没有经过功能学检验。当然，有一点是明确的，即遗址居民对石核进行了最大程度的利用，来剥取尽可能多的未加工石片。

在对得克萨斯州东南部晚期史前遗址的研究中，里克里斯和考克斯（Ricklis and Cox 1993; 亦参见 Hester and Shafer 1975: 182）将前面提到过的几种石料节约行为纳入“衰减式”或称“引力式”的燧石获取模型中。他们选择的研究地区位于科珀斯克里斯蒂湾（Corpus Christi Bay）附近，这个区域只有一个位于努埃西斯河（Nueces River）上游几公里处的石料资源产地。研究者认为，这个地区的史前工具制造者更倾向于从这个唯一的产地开采燧石，而非通过与其他地区交换获得原料。支持这个推论的证据是：该地区诸遗址中燧石所占比例随“遗址—石料产地距离”的增加而下降，即呈现衰减式或下降式的曲线，同时这种材料在各遗址保持了同质性。

作者观察到上述石制品组合特征，直接与遗址和石料资源地之间的距离有关。随着距离的增大：①石片与定型工具的比值会降低；②石片平均长度会缩短；③佩尔迪斯尖状器（Perdiz point）的平均长度会变短；④两面器修薄石片所占比例会增加；⑤使用石片所占比例会增加。这些关系在几个不同的环境带和两个非常不同类型的遗址之间都是适用的。

从行为上看，史前晚期，这个地区的人类在石料产地采集到石料后，会旅行更远的距离，逐渐地，他们被迫地将工具进行修理和整形，造成了投掷尖状器尺寸的减小，而其他定型工具的数量以消耗未加工石片为代价而得以增加。石片与石器数量的比值随着遗址与石料资源地距离的增大而下降的趋势清楚地显示了这一点（图 6.7）。靠近阿兰瑟斯河（Aransas River）的两个遗址比其他遗

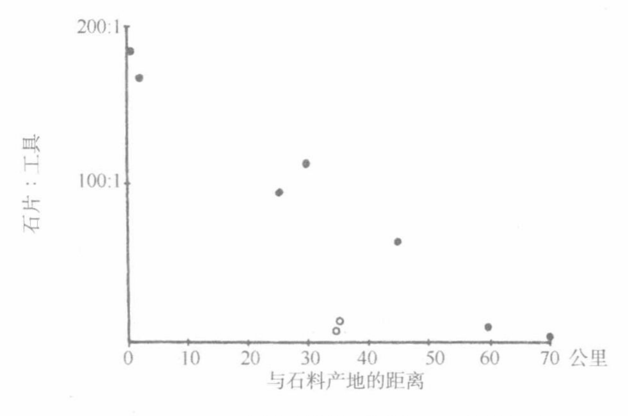


图 6.7　得克萨斯州中部海岸附近罗克波特（Rochport）时期遗址，石片与石器的比值随着与燧石产地距离的增大而下降（Ricklis and Cox 1993：Fig. 3）

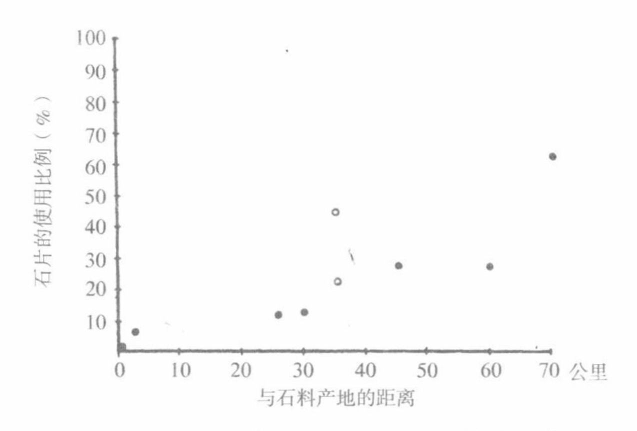


图 6.8　得克萨斯州中部海岸附近罗克波特（Rochport）时期遗址，使用石片比例随着与燧石产地距离的增大而增加（Ricklis and Cox 1993：Fig. 5）

址更有力地证明了这种“距离—损耗”模式，因为阿兰瑟斯河谷居民获取燧石的代价要比努埃西斯河谷居民高得多。石料随着与资源地距离的增大而逐渐减少，从石核上剥制下来的石片尺寸减小，这些石片被使用的数量增加。这种石片使用比例随着与石料资源地距离的变化而变化的关系在图 6.8 中得到了体现。这个地区的居民开始逐渐摒弃石核—石片打制技术，转而制作能长时间使用的两面器和两面石核。这里讨论的问题在表 6.4 中进行了总结。

表 6.4　石器分析所探讨的原料获取、供应和用途

组织性应对	工具类型	分析方法	参考文献
原料采备方式	所有类型	类型学、模拟实验、原料分析	Ingbar 1994
工具的改进	投掷尖状器	度量学、对毛坯、石核的分析、再加工分析	Judge 1973; Hofman 1992; Bement 1999
工具的改进	整个组合	拼合研究、工具分布、原料分析、剥片分析	Conard and Adler 1997
活动性的影响、石制品制作技术的组织	石叶、工具	类型学、毛坯与石核的测量、原料分析、石皮分析、修理强度	Henry 1989; Blades 2001
工具的标准化	两面器	测量学、技术学	Shott 1986; Amick and Carr 1996; Odell 1996, 1998b
工具的便携性	所有类型	使用痕迹分析、效率比	Kuhn 1994; Odell 1994a、b, 1996; Morrow 1996a、b
原料的影响、打制技术的多样性	定型工具	原料分析、类型学	Amick 1994、1999; Andrefsky 1994; Ingbar 1994; MacDonald 1995
原料的影响、打制技术的多样性	碎屑、工具、石核	测量学、剥片、工艺学、破裂原理、技术类型	Odell 1989b, 1996;Kuhn 1991; Ricklis and Cox 1993; Dibble 1995
原料的影响、打制技术的多样性	刮削器、屠宰工具、整个组合	超出一般强度的使用痕迹	Odell 1989b, 1996;Kazaryan 1993; Ricklis and Cox 1993

复杂社会

前面提到关于处理石料资源的许多例子，既可以来自狩猎采集人群，也可以抽取自更复杂的群体中，但显然前者左右了石器研究。然而，在全世界的复杂社会群体中，不管是处于萌芽阶段还是发展阶段，都保留了自己的石器打制技术——玛雅文化、乌鲁克文化，还有黎凡特青铜时代文化，都是良好的实例（Lewenstein 1987; Pope and Pollock 1995; Johnson 1996; Rosen 1997b）。社会政治结构的改变使人与资源供应的关系发生了改变，也使工具发生了改变。从这个角度看，对这些复杂社会开展与石料资源相关的研究，必须考虑一系列在狩猎采集群体中并不重要的因素。这里，我们将讨论几项与石制品相关的因素。

剩余产品的产生

一个文化群体要形成能称得上复杂社会的社会政治结构，必须在全年的所有季节里都能维持相对充足的营生经济资源。尽管在一些自然资源丰富且稳定的地方，狩猎采集群体也能发展出复杂农业社会的特征（如纳吐夫人、卡卢萨人和西北海岸印第安人），但大多数情况下，对充足的营生资源的维持只有到农业社会才能做到。在某些情况下，能产生剩余价值的群体供养得起群体中的工匠和手工业者，这些工匠只专门制作其他人设计好的产品。事实上，工匠们制作这些产品，同时是为了获得其他价值，或许是为了食物，或许是其他非物质性价值，如友谊或者是威望。可以想象，一个孤立的工匠从为了食物而进行物物交换，到以扩大家庭财富为目的，再到整个工匠阶级都要强化作为统治精英的威望，最后，这个阶级就

获得了统治权力。

在分析这些现象的过程中，往往很难分清哪些因素是起因，而哪些因素仅仅造成了影响，不同的目的性也容易混淆在一起。例如，当手工业专门化的目的是与遥远的地区交换特殊产品时，很难将手工业专门化同贸易行为区分开；或者当专门化的目的是加强特定社会阶级的政治地位时，就很难与社会政治化控制区分开。尽管区分这些影响可能最终并不十分有效，我在此还是要向着清晰而具体的目标而做出尝试。

手工业专门化

在此处的讨论中，“手工业专门化”这个概念并不仅限于具有极高的生产强度、较大的产品量、产品仅被精英阶层或者说全职工匠所控制的情况。在这里，它包括任何手工业者生产的、超越了生产者需要的数量的产品。根据这个定义，在属于青铜时代早期的以色列内盖夫（Negev）中部的卡迈勒（Camel）遗址，用研磨石和细石叶钻器加工鸵鸟蛋皮珠饰的家庭手工业行为（Rosen 1997a），就可以被称为手工业专门化。尽管根据亨利·福特（Henry Ford）的标准，这种手工业的产量并不是很大，但它是由人群中的特殊群体制作的，并且要向其他地区输送，因此完全属于上述概念范畴。与这个主题有关的研究问题是：

问题 30：如何利用石制品材料辨别手工业专门化？在史前社会，手工业专门化是如何组织的？

从石制品数据的角度看，手工业专门化可以影响作为最终产品的石器，还可以影响用于加工产品的石质工具。让我们首先来看最

终产品是石制品的例子。这个实例发生在伯利兹城玛雅文化的主要中心——科尔哈，它包括围绕四五个中心庭院组织起来的仪式性建筑物。科尔哈是一处重要的高质量燧石产地，这些燧石是从泥灰岩和石灰岩中暴露出来的，或者是从地表下面的泥灰岩中被开采出来的（图 6.9）。在前古典期（Preclassic）晚期和古典（Classic）时期，科尔哈的燧石工匠制作特殊类型的工具，将这些工具分配给玛雅文化的其他中心区。有些定居区有超过一米厚的加工场废弃物。这些区域的地层堆积中几乎不含任何土壤，发掘者因此称之为“过去的燧石堆”。科尔哈的工匠在前古典时期和古典时期制作的主要工具类型为卵形的两面器和平底石锛，还有相对少量的大型石叶和大型的两面加工异形器[1]（Shafer and Hester 1983; Hester 1985; Shafer 1985; Hester and Shafer 1991）。科尔哈的某些地点既含有生活垃圾又含有生产垃圾，这表明燧石加工是一种在独立家庭中进行的作坊手工业。尽管发现这么大量的加工场废弃物，科尔哈的燧石加工也可能不是一种全职的专门化手工业（Shafer 1985: 309），玛雅文化的其他遗址或许也是如此。

这样的工具类型在同期的其他玛雅定居地也出现了，而相关情形（contexts）表明它们是输入品。换句话说，出土器物组合中几乎没有生产石片的证据，其技术倾向于循环使用和维护石器，两面器比科尔哈的两面器要短，并且几乎没有破损和断掉的标本。其中的一个这样的燧石消费遗址就是塞罗斯（Cerros），这个遗址与切图马尔湾（Chetumal Bay）和纽河（New River）河口遥遥相对。在塞罗斯发现的石器可能源自于科尔哈，图 6.10 是这些石制品的

1 玛雅文明中用于礼仪的异形器，加工极为繁复，工艺高超。——译者注

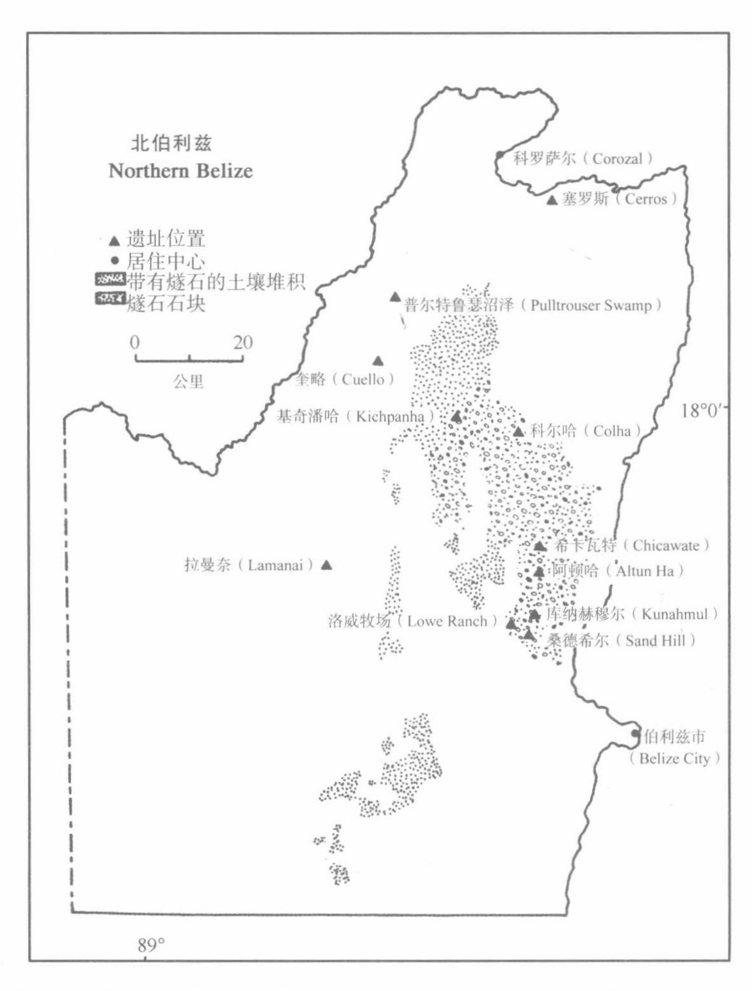


图 6.9　伯利兹城北部与燧石堆积有关的科尔哈遗址及其他玛雅遗址（Shafer and Hester 1983：Fig. 1）

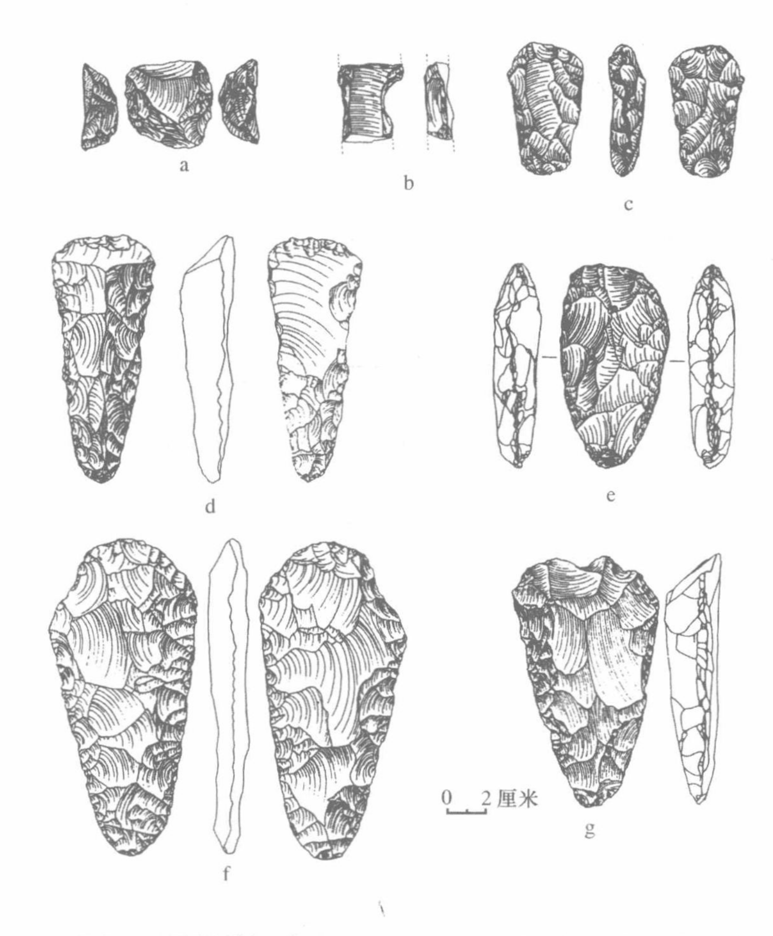


图 6.10　伯利兹城塞罗斯遗址石制品类型举例（Mitchum 1991：Fig. 1）
a. 石片工具；b. 石叶工具；c. 石锤；d. 平底石锛；e、f. 卵形两面器；
g. 修锐平底石锛

线图（Mitchum 1991）。麦克斯温（McSwain 1991）、多考尔和谢弗（Dockall 1994; Dockall and Shafer 1993）曾经深入地研究过这种玛雅燧石分配的“生产者—消费者”模式。

对于分析者来说，当一个石器工业中的构成物不是终端产品，而是用于生产的工具的时候，情况就非常不同了。这样的情况发生在贝壳串珠的制作过程中，整个加工过程就是用石钻在贝壳上钻洞。在南加州海峡群岛和周边陆地就有一个很好的例子。在这里，榧螺科（Olivella）贝壳串珠的频繁生产是在当地古文化的中期、过渡期和晚期，也就是公元前600～公元1782年发展起来的。这些珠饰在岛上的大型工场中制作，然后输送到大陆，换回橡树果、种子、鹿肉、鹿皮和篮子这样的内陆产品（Arnold 1992）。

珠饰工业中起重要作用的一种器具是用细石叶制作的钻器，这种钻用于在榧螺科贝壳上钻孔。细石叶钻器是在东部圣克鲁斯（Santa Cruz）岛制作的，这在该岛的加工场里是一项很专门化的工作。做好的钻器被送往岛屿另外一个区域的珠饰制作地点（Arnold and Munns 1994）。钻器加工场遗留有石制品制作所产生的碎屑，还有质量不合格的产品和破损的碎片。而在接收钻器的珠饰加工场，发现的是已使用报废的和被修形的钻器，很少有钻器制作的证据，但却有丰富的珠饰制作的证据。

在位于密西西比河谷中心地带的亚美利加平原（American Bottom）[1]上，作为密西西比地区文化中心的卡霍基亚（Cahokia），也体现出使用细石叶钻器加工贝壳珠饰的手工业传统（图6.11）。在这个实例中，珠饰制作的有力证据是：几乎所有钻器的表面都有加工贝壳所产生的微磨痕迹。这些细石叶钻器仅在卡霍基亚居址系统中较大的遗址上生产，多数珠饰的制作是由特定的工匠完成的。

1 亚美利加平原地区是密西西比河流域的一处冲积平原，位于伊利诺伊州南部。——译者注

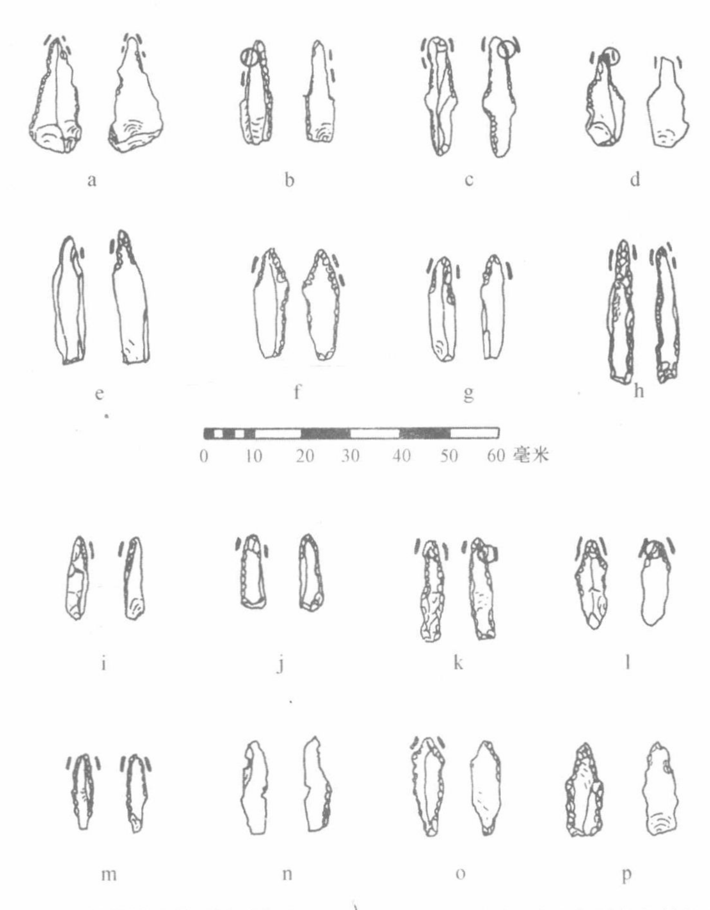


图 6.11　卡霍基亚遗址鲍威尔（Powell Mound）地点（a–h）和邓纳姆特拉克特（Dunham Tract）地点（i–p）的细石器钻形器（Yerkes 1983：Fig. 5）

亚美利加平原最早的珠饰制作表现为家庭作坊式的专门化生产。后来，更多的家庭作坊加入这种生产，这样就可以称之为地区专门化，不过这个地区很可能从来没有发生过全职性的珠饰或者细石叶钻器的生产（Yerkes 1983, 1989）。

因为所有的这些专门化生产都与特定产品有关，这种专门化生产的证据必须包括生产这种产品所产生的碎屑。这意味着或者保存所有生产步骤所产生的证据（如果所有制作程序都发生在遗址的话），或者只保存了中期和晚期制作步骤的证据，如果毛坯是从采石场带回的话。在像制作珠饰所用的这种石质元件并不是目标产品的情况下，制作目标产品（珠饰）和加工辅助工具（细石叶钻器）的地点是不同的。遗址中的废弃物应该反映出生产对象的属性特征。在石器消耗或使用外来的石质辅助工具的加工场遗址，应该发现石器整修的证据，而不应该存在制作这些工具的迹象。

交换

在一个社群内，产品即使不用于输出，手工业专门化也可以发生。事实上，多数专门化生产可能是由一个人或者一个小群体引起的，比如一个潜水采集贝壳的家庭或者福尔瑟姆尖状器与精美的陶器的天才制造者，他们会变得更精于获取紧缺、昂贵的原料，也更容易制作称心如意的产品。那些小规模、仅在当地交换产品的专门化生产，几乎和业余的家庭作坊手工业没有什么区别。然而，一些社群会扩张他们的市场并介入中长距离的商贸行为。这种情况会产生与下面的问题有关的研究课题：

问题 31：如何通过石制品材料确定史前贸易行为的存在？

前面提到的进行手工业专门化生产的社群都参与了地区性的物品交换，交换内容即为这些专门化生产的产品。例如，科尔哈产出的燧石工具被运输到几公里以外的消费地，这种交换行为会随着时间而变化。在前古典时期晚期，这些货物主要向西北输送，而在晚

古典时期则由水运运输到各个方向（Santone 1997）。

在卡霍基亚，燧石细石叶钻器的生产与贝壳珠饰制作有着直接的关系，这种手工业的重要性也随着时间的改变而改变。最早的贝壳加工发生在费尔芒特/洛曼（Fairmount/Lohmann）时期（公元900～1050年），属家庭式专门化生产，以为族群内部提供珠饰为特征。在随后的斯特灵（Stirling）时期（公元1050～1150年），这种珠饰的分配范围扩大，扩展到乃至超出了整个地区。此时，在亚美利加平原的卡霍基亚和米切尔的遗址，以及一系列边远地区的居址，都存在贝壳珠饰的生产行为。而在穆尔黑德（Moorehead）和桑德普雷里（Sand Prairie）时期（公元1150～1400年），贝壳加工活动开始萎缩，该类手工制品逐渐从边缘地区的小型遗址中消失，在卡霍基亚也逐渐衰落。

对史前物品交换行为感兴趣的研究者必须面对三个极为重要的问题：第一是原料产地；第二是产品的制作地点。在科尔哈，石料资源不是问题，因为村庄就坐落在含有燧石的地层单元上。科尔哈的加工场毫无疑问就是平底石锛、卵形两面器、大型石叶和异形器的加工地。在南加州，贝壳珠饰的生产都发生在贝壳资源丰富的岛屿环境中，在圣克鲁斯，细石叶钻器加工场坐落在距离燧石资源非常近的地方。在卡霍基亚可以通过加工过程中产生的碎屑的性质和形态，来解释珠饰和细石叶钻器加工场的细节。在这些活动中使用的贝壳和燧石可能大多来自于亚美利加平原以外的地区。

第三是原料的输送方式：是通过交换还是由在两个地点之间进行运输的责任小组完成？科尔哈出土了大量具有初级加工阶段性质的碎屑、不合格产品和翻新石片，表明此地显然是石制品制作的中心。相反，边缘地区的遗址缺乏这些制作初级阶段所留下的材料，意味着这

些居址的居民是通过与科尔哈的居民进行物品交换来得到燧石工具。

并不是所有遗址的情况都像上述例子那样清晰明了。让我们看一下大洋洲考古器物组合中黑曜石的例子。以往对大洋洲的遗址分布和石料资源产地都有很多研究。黑曜石源自特殊的熔岩流动，是一种主要的石器制作原料。距离大洋洲较近的燧石产地在新不列颠（New Britain）岛、弗格森岛（Fergusson Island）、卢岛（Lou Island）和帕姆岛（Pam Island）（White 1996: 199）（图 6.12）。在距离黑曜石产地较远的遗址，出土的器物组合中

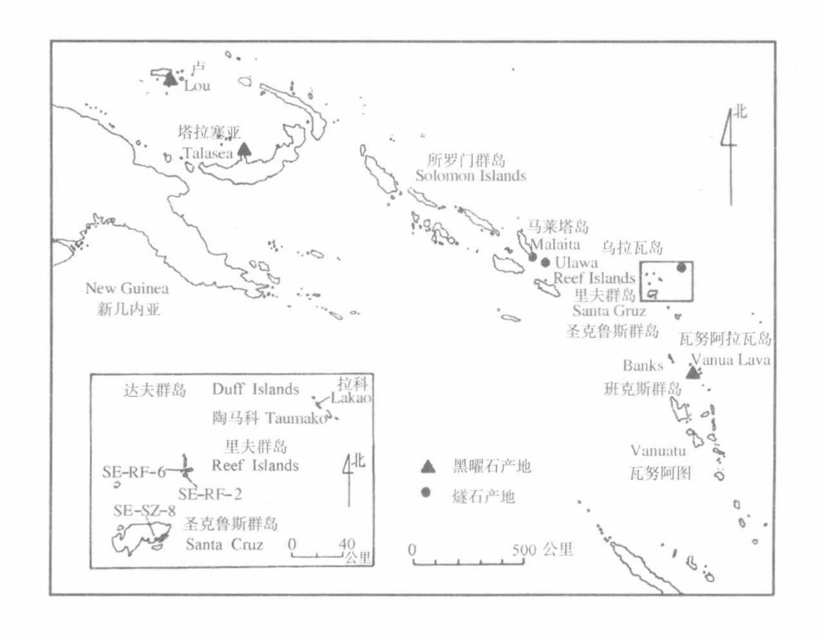


图 6.12　美拉尼西亚（Melanesian）西部燧石和黑曜石资源地，以及里夫群岛（Reef Islands）和圣克鲁斯群岛（Santa Cruz Islands）上拉皮塔文化遗址的位置（Sheppard 1993：Fig. 1）

的黑曜石石片和经过修整的工具必然通过一定的方式到达遗址，其途径之一就是物品交换。

在这些组合中，黑曜石制品常常少于燧石或玄武岩制品（Sheppard 1996: 101）。事实上，在大多数大洋洲群岛上，黑曜石石器和碎屑的总重量是非常小的。图 6.13 展示了在三个位于里夫群岛和圣克鲁斯群岛上属于拉皮塔（早期陶器时代）时期的遗址所发现的黑曜石石核，这些遗址的位置距离黑曜石产地不远。这些石核在形状和技术上具有多变性，多数标本尺寸较小，这些现象可以粗略地表明原料的稀缺性。谢泼德（Sheppard 1993：127）计算了这些遗址中黑曜石的重量，分别为 245、26.44 和 9.5 千克。在更偏远的岛屿，单个遗址所出土的黑曜石总重量均小于这个数值，这使一些学者认为这些岛屿上的黑曜石可能不是通过物品交换得到的，而是殖民拓荒的独木舟运输来的。

这个问题是可以解决的，但必须要掌握相关知识和信息，包括黑曜石标本在年代可靠的遗址中的分布、遗址中其他石器原料情况，以及有关原料产地的综合资料。学术界已经进行了一些关于黑曜石资源的研究（如 Specht et al. 1988），但是一般来说，确定任何资源开采行为发生的精确时间是不可能的，因为开采者通常不会留下可辨识年代的废弃物，同时也不会留下可用于放射性测年的材料。

对这些资源的开采并不是一成不变的，而是随时间变化而不断改变的，我们目前仅仅开始了解它所涉及的一些起作用的影响力，但至少有一项研究已经探索到了影响黑曜石获取的地质因素。托伦斯等将考古遗址中的黑曜石石制品分布和特殊的地质事件联系了起

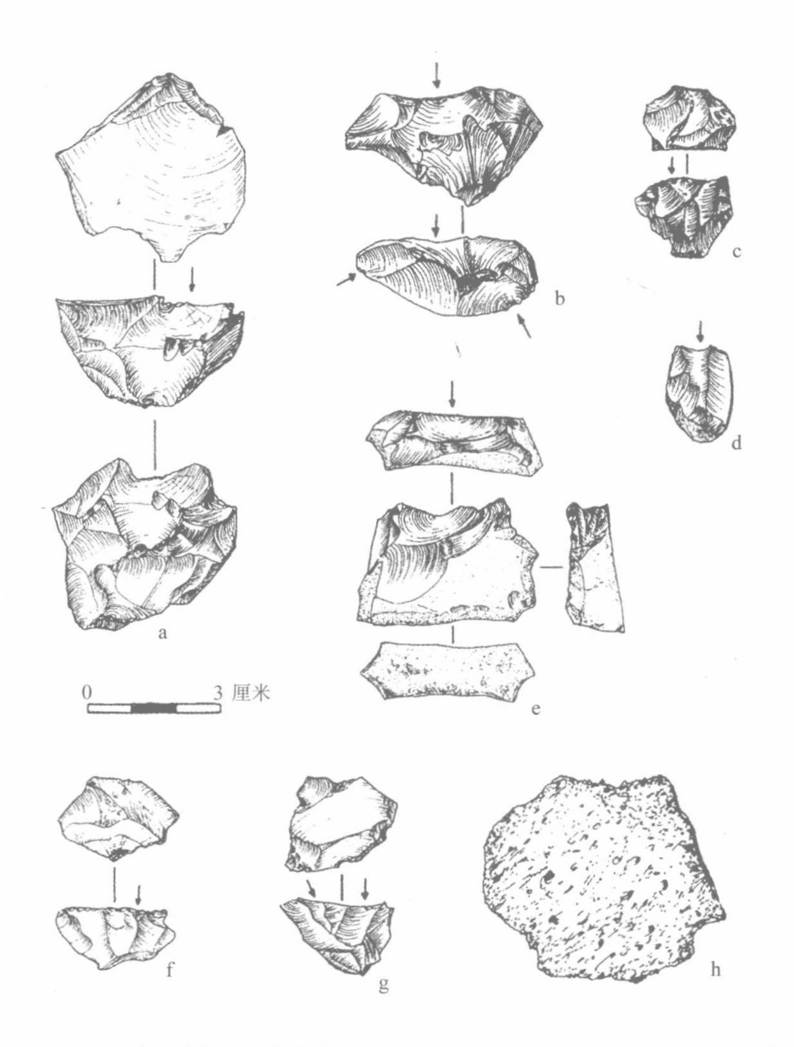


图 6.13 里夫群岛和圣克鲁斯群岛三处拉皮塔文化遗址出土的黑曜石石核（Sheppard 1993：Fig. 3）

来（Torrence et al. 1996）。其中之一就是与地壳构造抬升相伴随的海平面的改变，这种海平面改变会淹没特定的地点，但同时也使人们更容易通过水路达到另外的地点。另外一个地质事件就是威托里火山在距今 3500 年的爆发，这次爆发彻底地改变了海岸线的形态，并且切断了通往新不列颠岛上莫皮尔地区黑曜石产地的北部水路。这次火山爆发造成了拉皮塔文化时期（距今 3500 ～ 1500 年）对莫皮尔地区黑曜石资源开发的急剧下降。

另一类研究是针对停止使用黑曜石的考古遗址的，例如谢泼德关于里夫群岛和圣克鲁斯群岛的研究。分析表明，在拉皮塔文化时期，来自塔拉塞亚的黑曜石占据了最大份额。而在新不列颠，塔拉塞亚的资源对周边的供应远远超越了莫皮尔资源地，这可以通过威托里火山爆发造成的地貌改变来加以解释。然而比较费解的是，为什么石器制造者使用的是相距 2000 公里的位于北方的新不列颠出产的黑曜石原料，而无视相距仅 400 公里的位于南方的班克斯群岛（Banks Islands）上极佳的瓦努阿拉瓦岛（Vanua Lava）火山岩原料。或许这些黑曜石是通过居民的移动和扩散到达使用者手中的，但据谢泼德（Sheppard 1993: 129）估算，里夫群岛和圣克鲁斯群岛上诸遗址中黑曜石材料的总量要大于一条运送居民船只的装载量。

还有一个疑点就是对这些黑曜石的使用。尽管用黑曜石可以制作对特定需求特别有用的工具，并且这种材料在考古遗址中出现的频率在逐渐减少，可以设想这种材料应该被很节约地加以利用。然而使用痕迹分析并没有识别出工具被过度使用的迹象，事实上，许多黑曜石工具根本没有经过使用（Sheppard 1993: 135）。很明显，黑曜石的价值实际上并非是其特别的实用性。但如果它具有社会性

或仪式性的功能，那它到底能起到什么样的作用？对这些问题以及相似的疑问，都要通过石制品材料加以解答。

在对大洋洲黑曜石石制品进行研究之后，我们得到了怎样的信息呢？在解释黑曜石分布时，物品交易扮演了怎样的角色呢？根据一些研究者目前的说法，信息并不是很翔实。谢泼德的估算表明考古遗址中的黑曜石量要超出一艘殖民拓荒船只的装载量，仅此而已。怀特（White 1996: 204）对近大洋洲（Near Oceania）[1]黑曜石的分布情况得出结论："除了两个可能的特例，即在距今3300～2500年，少量黑曜石向东运输到了远大洋洲（Remote Oceania），晚些时候向西运输到了印度尼西亚（即使这个特例也不能确定），任何贸易机制，包括可以在组织与规模上与晚近时期者相提并论的，和与一些目前尚属未知的形式相比拟的，都可能被使用过。"因此，如同科尔哈的实例一样，大洋洲物品交换的机制常常是不很清晰的。只有在完成更大量的石制品数据库建设的工作之后，我们才能全面理解大洋洲史前物品交换的本质。

资源的控制

大多数有关石料的获取和供给的模型都会假设，对于所有的史前工具制造者来说，接近资源产地的机会都是平等的。在多数情况下，做这个假设是必要的，因为对资源控制的性质与程度在任何一个时间点上都常常是未知的。然而有的时候，一个地区会存在能指示史前资源控制的资料，进而产生下面的研究问题：

---

1 近大洋洲（Near Oceania），包括澳大利亚、新几内亚、所罗门群岛，而大洋洲的其他部分则称为"远大洋洲"(Remote Oceania)。——译者注

问题 32： 分析者如何确定史前小的社群控制某种特殊资源的性质和程度？

前面提到的在科尔哈的玛雅定居者的案例，已经提供了一些关于资源控制的信息。该地史前人类从事特定类型的燧石工具的专业化生产，并将此在玛雅文化的控制区做贸易交换，这使科尔哈成为史前物品交换和生产中心的最好例子。但是促成这种贸易网络的政治因素又是什么呢？当地的玛雅贵族统治者是对燧石资源的获取施加限制，还是雇用工匠进行这些物品的全职生产？正相反，地层中呈透镜体状的废弃物堆积显示，在这个遗址中，制石行为是间断性的，也就是说，这里的手工业者并不是全职的（Shafer 1985: 309）。这意味着，不管是石料资源还是用这种资源生产的工具，都未受到严密的控制。全职的贝壳珠饰制作者可能同样从来没有在卡霍基亚或者周边的居址出现过，密西西比时期的任何古人类群体都没有做到对这种手工业的垄断（Yerkes 1989: 103）。事实上，即便像苏美尔这样的属于乌鲁克时期的早期城邦，打制石器的生产倾向于分散在大量的家庭作坊中，而不是由一个中心机构来控制（Pope 1994; Pope and Pollock 1995）。

以前提到的加州海峡群岛（Channel Islands）上的先丘马什文化（proto-Chumash）的珠饰制作者，在某些方面与上述情况形成了鲜明的对比。居住在岛屿与大陆这两个地理上相分离区域的人类群体，提供了对研究珠饰资源（和用于开发珠饰资源的石器）的政治性控制问题有帮助的信息。一些先丘马什文化中期、中晚交替时期和晚期的大陆居址遗留了大量的珠饰成品，表明这里的居民形成了一个重要的珠饰交换的消费市场。在岛屿上则发现了丰富的加工

场残迹，包括珠饰制作的垃圾、残次品、报废的石钻，在居住区地层中几乎没有珠饰成品。这些证据表明，岛屿的居民是主要的珠饰制作者，他们并不消费自己制作的珠饰。

阿诺德（Arnold）和芒斯（Munns）（1994: 487）认为，岛屿珠饰制作者可能是比较边缘化的外围手工业者，这些人的生产模式不受统治集团的监控，但是所产出的产品的出路则受到大陆高层统治阶层的控制。这种层面的控制，尽管不是绝对的，但统治阶级对它的组织比大多数北、中美洲史前时代晚期的工匠所经历的要严格得多。尽管岛屿上制作钻器的证据也能帮助我们理解某个岛屿的地理位置在珠饰制作系统中所起的作用，但是支持上述结论的证据主要还是来自珠饰制作的相关资料。本项以及其他与复杂社会相关的研究内容都被囊括在表 6.5 中。

表 6.5　剩余产品的生产与扩散所涉及的问题

组织性应对	石制品要素	分析方法	参考文献
手工业专门化	石器成品	技术学；剥片顺序；模拟实验	Shafer and Hester 1983; Hester 1985; Shafer 1985; Hester and Shafer 1991; McSwain 1991; Dockall and Shafer 1993; Dockall 1994
手工业专门化	石器工业组分	技术学；测量学；使用痕迹分析	Yerkes 1983, 1989; Arnold 1992; Arnold and Munns 1994; Rosen 1997b
贸易	全部	资源分布	Yerkes 1989; Santone 1997
贸易	黑曜石	技术学；资源分布；使用痕迹分析	Specht et al. 1988; Sheppard 1993; Torrence et al. 1996; White 1996
社会政治控制	制作工具（如钻）；全部	资源分布；技术学	Shafer 1985; Yerkes 1989; Arnold and Munns 1994; Pope 1994; Pope and Pollock 1995

材料的替代

在现代社会，几乎没有人再使用石制工具了。石制品打制技术已经被替代，因为新的原材料和技术更适于完成预期的工作，并且更加方便、更容易获得，投入更小。史前占有统治地位的石制品技术要素已经通过几种方式被代替：①被完全不同的技术所代替，比如欧洲和黎凡特地区的打制石器被磨制石斧代替；②被不同的容器类型代替，比如北美东部的皂石碗被陶器代替；③工具类型大规模的改变，比如全世界范围内冶金技术的发展。其中的每个方面都是随时间的推移而发生的，对这些问题的研究需要在年代学和共生性方面得到精确控制的材料。

近些年来，关于材料替代的问题越来越引起研究者的兴趣，因为考古学者逐渐意识到，在多数情况下，替代并不是单一静止的事件，而是多维的、动态的，并具有一定时间概念的现象。这可以被概括为如下的研究问题：

问题33： 某种石器被另一种石器替代，或者被材料完全不同的工具所替代，这种替代品的自然属性和替代过程是怎样的？

史蒂夫·罗森（Steve Rosen）对黎凡特地区金属材料替代石料的行为做了迄今为止最详细的讨论（Rosen 1996, 1997b）。在观察石器工业从新石器时代到铁器时代的变化时，罗森发现，石制品组合中经加工的石器和废片的绝对数量随着时间的推移在减少。同样重要的是石制品类型的多样性也在随时间的流逝而降低，某些种类的工具从文化组成中被淘汰，其他的种类被保留了下来。其中最先遭淘汰的是石箭头和雕刻器，不过

这些工具类型减少的主要原因是狩猎和应用雕刻器的活动在减少，而非先进的金属工具的出现。石斧和细石叶钻器生产在早期青铜时代的终止是由更具优势的铜质替代物造成的，但这不仅仅与使用效率有关，也与物品交换路线的确立和铜的可靠供应有关。黎凡特地区最后一类被金属替代的石制品是镰刀形石叶，这种石叶至少在公元前800年的时候还在近东的遗址中出现过（Rosen 1996: 145）。燧石石叶在使用效率上与金属制品相当，而且更加廉价，因此它作为专门化生产和物品交换的对象被保留了好几个世纪。

在许多文化群体里，石制品主要的实用功能已经被用其他材料制作的工具替代了，但是人们还在持续生产并使其参与物品交换。因为石制品变得越来越与原始质朴的生活风格和古老的传统相关，它就逐渐具备了宗教或者祭祀的属性。在澳大利亚北部，欧洲人与土著居民的触碰，造成了金属器对本土石矛头、石刀和石凿的迅速替代。然而大型的尖状器和其他石制品还在被继续生产，它们被认为具有礼品价值，或者被用来和远处的居民进行物品交换，这很明显是一种非常有意义的适应生存策略，加强了不同社群间的联合，在部落或族群遇到生存压力的时候，这种联合是非常重要的（Paton 1994; Head and Fullagar 1997）。北美的情况也有相似之处，像波尼（Pawnee）等部落制作的石制品，也受到了更有效的金属工具的入侵所带来的选择性压力。一些石制品被保留了下来，但仅仅是与宗教祭祀相关的器物，比如说萨满教用于医疗放血使用的石刀（Hudson 1993）。当然，某些石制品在金属器物取代它们以前很早就已经具有祭祀的功能了。附栏6.2对一些更古老的研究案例进行了详细的讨论。

附栏 6.2　圣石

第六章的讨论并不是说过去的石制品只有在受到其他材料的挤压或替代时，才承担起祭祀的角色。承担祭祀功能的石制品很可能存在于整个史前时代。但是，从史前器物组合中辨识出具有祭祀或宗教用途的石制品是非常困难的，并且常常需要求助于地层中上下文化层的承接关系。事实上，考古学者最近才开始对有可能起到宗教作用的石制品加以注意。比如针对北美东南部古代期早期许多特定器物的讨论，如鸡尾尖状器（Turkey-tail point）、基尔凹缺尖状器（Kirl corner-notched point）和制作精良的多尔顿斯隆两面器（Dalton Sloan biface），被认为是作为仪式性用具或者物品交换的价值衡量物而存在的（Sassaman 1994; Krakker 1997; Walthall and Koldehoff 1998）。再晚一些时候，标石这类器物被认为可能是作为特殊仪式性用具而被生产的，居住在边缘高地的人群制作了这样的物件并用于交换陶器（Sassaman 1998）。

古代玛雅文化中将石制品用于宗教活动的行为就更加显而易见了，因为我们现在可以解读他们的象形文字，对他们的想法有了深入的了解。比如说，我们知道带把手的石斧在形象上寓意着战争，尤其是迅速的短期战争，另外还与雨季结束后金星在夜空出现时举行的“石斧庆典”（axe-events）（Thompson 1996）有关。

现在已知的一些玛雅文化遗址中具有宗教性质的区域也蕴含了大量有关祭祀器的特征信息，至少其中一个遗址的石制品研究材料已被研究发表。这就是阿普丽尔·西伟特（April Sievert）对奇琴伊察（Chichén Itzá）地区的祭祀洞穴“圣井”（Sacred Cenote）出土物所做的分析（Sievert 1992）。该洞穴由汤

普森（E.H. Thompson）调查并发掘，迭戈·德兰达主教（Bishop Diego de Landa）做过报道。西伟特的分析都是关于放血行为、祭品和柯巴脂[1]的内容，研究结果揭示了可以用来证明石制品祭祀性功能的一整套特征。到目前为止，像这样对此类石制品的详细研究还做得很少，但这类研究已经使我们十分兴奋地在史前遗存中窥视到被用于祭祀活动的石制品所占据的巨大舞台。

还有其他器物的宗教性或者象征性特征很明显，但其特殊意义尚不清楚。燧石异形器就是这种情况，它的器形非常独特，常常具有古怪的风格、形状，有时候会非常巨大，并且很明显的没有任何传统意义上的功能性。原生地层中的异形器都是发现于宗教储藏室或墓地中，比如说伯利兹的玛雅定居地科尔哈、拉马奈（Lamanai）和阿尔顿哈（Altun Ha）等（Shafer 1991: 38-40）。

在文化组成中，石制品的替代不仅仅局限于材料的替代，在一些情况下，也可以指不同打制技术的替代，尤其是在社会其他元素大规模改变的情况下。一个实例就是麦克尔·斯塔福德（Michael Stafford）对斯堪的纳维亚南部出土的用于食物加工的石制品所做的分析（Stafford 1999）。斯塔福德发现该地区的石器技术从中石器时代晚期到新石器时代早期是平稳连续过渡的，显示本土中石器时代人群在适当的时期发展出了新石器时代的营生方式——这种情况不同于先前的假设，即外来移民为本地带来了新的食物加工技术和其他新石器时代特征。支持这些结论的证据主要是技术性的：人们可能接受了家养动物和种植的生活方式，但是保持了制作石器的

1　一种坚硬透明的树脂，用作制漆的原料。——译者注

传统方法。对于石制品替代方面的研究，在表 6.6 中有所总结。

表 6.6　石器技术的替代问题

替代类型	工具类型	分析方法	参考文献
石器被金属器替代	全部	类型学	Rosen 1996, 1997b
石器被金属器替代，石器仍少量存在	全部	民族学	Hudson 1993; Paton 1994; Head and Fullagar 1997
一种石器技术被另一种技术替代	全部	技术学	Stafford 1999

结论

前面的论述只是石器分析中的沧海一粟，更详细的近期发表的综述性文献，请查阅奥德尔的文章（Odell 2000, 2001）。如果读者认为本章提供了一些有帮助性的考古学实例，并且阐明了如何通过石制品材料和具体的技术来解决相关问题，那么本章的目的就达到了。石制品数据库不可能为研究者感兴趣的所有问题提供全部有用的信息，但它可以被创造性地应用到很广泛的问题中去。

本书的读者未来有可能成为从事石器分析的研究人员。你们的工作就是完善这方面的记录，建立新的数据库，并做出更精确的解释。这样可以使我们对石料破裂的力学原理、石器技术模式、使用痕迹分析等方面具有内在相关性的知识掌握得更加牢固。创新的技术和对考古学形势全新的认识将大行其道。最重要的是，要有耐心并保持开放的思维。当你们中的任何人在 2012 年读这本手册的时候，也就是玛雅人计算的世界末日到来的时候，肯定又会有许多新的问题等待着我们去探讨。

参考文献

Adams, Jenny L. 1993 Toward Understanding the Technological Development of Manos and Metates. *Kiva* 58: 331–355.

1997 *Manual for a Technological Approach to Ground Stone Analysis*. Center for Desert Archeology, Tucson.

1999 Refocusing the Role of Food-Grinding Tools as Correlates for Subsistence Strategies in the U.S. Southwest. *American Antiquity* 64: 475–498.

2002 *Ground Stone Analysis: a Technological Approach*. University of Utah Press, Salt Lake City.

Agenbroad, Larry D. 1978 *The Hudson-Meng Site: an Alberta Bison Kill in the Nebraska High Plains*. Caxton Printers, Ltd., Caldwell, Idaho.

Ahler, Stanley A. 1971 *Projectile Point Form and Function at Rodgers Shelter, Missouri*. Missouri Archaeological Society, Research Series 8.

1989a Experimental Knapping with KRF and Midcontinent Cherts: Overview and Applications. In *Experiments in Lithic Technology*, edited by D. Amick and R. Mauldin, pp. 199–234. BAR International Series 528, Oxford.

1989b Mass Analysis of Flaking Debris: Studying the Forest Rather Than the Tree. In *Alternative Approaches to Lithic Analysis*, edited by D. Henry and G. Odell, pp. 85–118. Archeological Papers of the American Anthropological Association, no. 1. Washington, D.C.

Ahler, Stanley A., and R. Bruce McMillan 1976 Material Culture at Rodgers Shelter: a Reflection of Past Human Activities. In *Prehistoric Man and His Environments: a Case Study in the Ozark Highland*, edited by W. R. Wood and R. B. McMillan, pp. 163–199. Academic Press, New York.

Amick, Daniel S. 1994 Technological Organization and the Structure of Inference in Lithic Analysis: an Examination of Folsom Hunting Behavior in the American Southwest. In *The Organization of North American Prehistoric Chipped Stone Technologies*, edited by P. Carr, pp. 9–34. International Monographs in Prehistory, Ann Arbor.

1999 Raw Material Variation in Folsom Stone Tool Assemblages and the Division of Labor in Hunter-Gatherer Societies. In *Folsom Lithic Technology*, edited by D. Amick, pp. 169–187.

Amick, Daniel S., and Philip J. Carr 1996 Changing Strategies of Lithic Technological Organization. In *Archaeology of the Mid-Holocene Southeast*, edited by K. Sassaman and D. Anderson, pp. 41–56. University Press of Florida, Gainesville.

Amick, Daniel S., and Raymond P. Mauldin 1989 (editors) *Experiments in Lithic Technology*. BAR International Series 528. Oxford.

1997 Effects of Raw Material on Flake Breakage Patterns. *Lithic Technology* 22: 18–32.

Amick, Daniel S., Raymond P. Mauldin, and Steven A. Tomka 1988 An Evaluation of Debitage Produced by Experimental Bifacial Core Reduction of a Georgetown Chert Nodule. *Lithic Technology* 17: 26–36.

Anderson, Patricia C. 1980 A Testimony of Prehistoric Tasks: Diagnostic Residues on Stone Tool Working Edges. *World Archaeology* 12: 181–193.

1992 Experimental Cultivation, Harvest and Threshing of Wild Cereals and Their Relevance for Interpreting the Use of Epipaleolithic and Neolithic Artefacts. In *Préhistoire de l'Agriculture*, edited by P. Anderson, pp. 179–209. Editions du CNRS, Monographie du CRA, no. 6, Paris.

Andree, I. 1922 *Bergbau in der Vorzeit 1. Bergbau auf Feuerstein, Kupfer Zinn und Salz in Europa.* Leipzig.

Andrefsky, William, Jr. 1994 The Geological Occurrence of Lithic Material and Stone Tool Production Strategies. *Geoarchaeology* 9: 345–362.

1998 *Lithics: Macroscopic Approaches to Analysis*. Cambridge University Press, Cambridge.

Annegarn, H. J., and S. Bauman 1990 Geological and Mineralogical Applications of PIXE: a Review. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research* B49: 264–270.

Arnold, Jeanne E. 1992 Complex Hunter-Gatherer-Fishers of Prehistoric California: Chiefs, Specialists, and Maritime Adaptations of the Channel Islands. *American Antiquity* 57: 60–84.

Arnold, Jeanne E., and Ann Munns 1994 Independent or Attached Specialization: the Origin of Shell Bead Production in California. *Journal of Field Archaeology* 21: 473–489.

Atchison, Jennifer, and Richard Fullagar 1998 Starch Residues on Pounding Implements from Jinmium Rock-Shelter. In *A Closer Look: Recent Australian Studies of Stone Tools*, edited by R. Fullagar, pp. 109–125. Sydney University, Archaeological Methods Series 6. Sydney.

Austin, Robert J. 1999 Technological Characterization of Lithic Waste-Flake Assemblages: Multivariate Analysis of Experimental and Archaeological Data. *Lithic Technology* 24: 53–68.

Baesemann, Renate 1986 Natural Alterations on Stone Artefact Materials. In *Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools*, edited by L. Owen and G. Unrath. *Early Man News* 9/10/11: 97–102.

Baffier, Dominique, Sylvie Beyries, and Pierre Bodu 1991 Histoire d'ochre à Pincevent. La question des lames ocrées. In *25 ans d'études technologiques en préhistoire*, pp. 215–234. XIème Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. Editions APDCA, Juan-les-Pins.

Bailey, Berkly 2000 *The Geoarchaeology of Day Creek Chert*. PhD dissertation, Department of Anthropology, University of Oklahoma.

Bakewell, Edward F. 1996 Petrographic and Geochemical Source-Modeling of Volcanic Lithics from Archaeological Contexts: a Case Study from British Camp, San Juan Island, Washington. *Geoarchaeology* 11: 119–140.

Balme, Jane, and Wendy E. Beck 2002 Starch and Charcoal: Useful Measures of Activity Areas in Archaeological Rockshelters. *Journal of Archaeological Science* 29: 157–166.

Bamforth, Douglas B. 1988 Investigating Microwear Polishes with Blind Tests: the Institute Results in Context. *Journal of Archaeological Science* 15: 11–23.

Bamforth, Douglas B., George R. Burns, and Craig Woodman 1990 Ambiguous Use Traces and Blind Test Results: New Data. *Journal of Archaeological Science* 17: 413–430.

Banks, William E., and Marvin Kay 2003 High-Resolution Casts for Lithic Use-Wear Analysis. *Lithic Technology* 28: 27–34.

Barnes, Alfred S. 1939 The Differences between Natural and Human Flaking on Prehistoric Flint Implements. *American Anthropologist* 41: 99–112.

Barton, Huw, Robin Torrence, and Richard Fullagar 1998 Clues to Stone Tool Function Re-Examined: Comparing Starch Grain Frequencies on Used and Unused Obsidian Artefacts. *Journal of Archaeological Science* 25: 1231–1238.

Bement, Leland C. 1999 *Bison Hunting at Cooper Site: Where Lightning Bolts Drew Thundering Herds*. University of Oklahoma Press, Norman.

Benito del Rey, Luis, and Jose-Manuel Benito Alvarez 1994 La taille actuelle de la pierre à la manière préhistorique: l'example des pierres pour *Tribula* à Cantalejo (Segovia-Espagne). *Bulletin de la Sociéte Préhistorique Française* 91: 214–222.

Bienenfeld, Paula 1995 Duplicating Archaeological Microwear Polishes with Epoxy Casts. *Lithic Technology* 20: 29–39.

Bierwirth, Susan L. 1996 *Lithic Analysis in Southwestern France: Middle Paleolithic Assemblages from the Site of La Quina*. BAR International Series 633, Oxford.

Binder, Didier 1984 Systèmes de débitage laminaire par pression: Exemples Chasséens provençaux. In *Préhistoire de la pierre taillée 2: Economie du débitage laminaire: technologie et expérimentation*, compiled by IIIème Table Rond de Technologie Lithique, pp. 71–84. Cercle de Recherches et d'Etudes Préhistorique, Meudon.

Binford, Lewis R. 1962 Archaeology as Anthropology. *American Antiquity* 28: 217–225.

1964 A Consideration of Archaeological Research Design. *American Antiquity* 29: 425–441.

1973 Interassemblage Variability—the Mousterian and the "Functional" Argument. In *The Explanation of Culture Change: Models in Prehistory*, edited by C. Renfrew, pp. 227–254. Duckworth, London.

1977 Forty-Seven Trips. In *Stone Tools as Cultural Markers*, edited by R. S. V. Wright, pp. 24–36. Australian Institute of Aboriginal Studies, Canberra.

1979 Organization and Formation Processes: Looking at Curated Technologies. *Journal of Anthropological Research* 35: 255–273.

1980 Willow Smoke and Dogs' Tails: Hunter-Gatherer Settlement Systems and Archaeological Site Formation. *American Antiquity* 45: 4–20.

2001 Where Do Research Problems Come from? *American Antiquity* 66: 669–678.

Binford, Lewis R., and Sally R. Binford 1966 A Preliminary Analysis of Functional Variability in the Mousterian of Levallois Facies. *American Anthropologist* 68: 238–295.

Binford, Sally R. 1968 Ethnographic Data and Understanding the Pleistocene. In *Man the Hunter*, edited by R. Lee and I. DeVore, pp. 274–275. Aldine/Atherton, Chicago.

Blades, Brooke S. 2001 *Aurignacian Lithic Economy: Ecological Perspectives from Southwestern France*. Kluwer Academic/Plenum, New York.

Blalock, Hubert M., Jr. 1972 *Social Statistics*. McGraw-Hill, New York.

Blatt, Harvey, Gerard Middleton, and Raymond Murray 1980 *Origin of Sedimentary Rocks*. Second edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Bleed, Peter 1986 The Optimal Design of Hunting Weapons: Maintainability or Reliability. *American Antiquity* 51: 737–747.

Bobrowski, Peter T., and Bruce F. Ball 1989 The Theory and Mechanics of Ecological Diversity in Archaeology. In *Quantifying Diversity in Archaeology*, edited by R. Leonard and G. Jones, pp. 4–12. Cambridge University Press, Cambridge.

Bodu, Pierre 1991 Les magdaléniens de Pincevent: Chasseurs de rennes et... tailleurs de pierre. In *Actes des seminaires publics d'archéologie*, edited by A. Richard, pp. 20–27. Centre Regional de Documentation Archéologique, La Citadelle-Besancon, Region de Franche-Comte, France.

Boeda, Eric 1986 *Approche technologique du concept Levallois et évolution de son champ d'application*. PhD dissertation, Département de Préhistoire, Université de Paris X.

Boldurian, Anthony T., Phillip T. Fitzgibbons, and Phillip H. Shelley 1985 Fluting Devices in the Folsom Tradition: Patterning in Debitage Formation and Projectile Point Basal Configuration. *Plains Anthropologist* 30: 293–303.

Bonnichsen, Robson 1977 *Models for Deriving Cultural Information from Stone Tools*. National

Museum of Man, Mercury Series, Archaeological Survey of Canada, Paper no. 60. Ottawa.

Bonnichsen, Robson, Larry Hodges, Walter Ream, Katherine G. Field, Donna L. Kirner, Karen Selsor, and R. E. Taylor 2001 Methods for the Study of Ancient Hair: Radiocarbon Dates and Gene Sequences from Individual Hairs. *Journal of Archaeological Science* 28: 775–785.

Bordaz, Jacques 1965 The Threshing Sledge. *Natural History* 74: 26–29.

1970 *Tools of the Old and New Stone Age*. Natural History Press, Garden City, NY.

Bordes, Francois 1961 *Typologie du paléolithique ancien et moyen*. Publications de l'Institut de Préhistoire de l'Universit de Bordeaux, Memoire no. 1. Imprimeries Delmas, Bordeaux.

Bordes, Francois, and Denise de Sonneville-Bordes 1970 The Significance of Variability in Paleolithic Assemblages. *World Archaeology* 2: 61–73.

Bostyn, F., and Y. Lanchon (editors) 1992 *Jablines le Haut-Chateau (Seine-et-Marne): une minière du silex au Néolithique*. Document d'Archéologie Française, vol. 35. Paris.

Bousman, C. Britt 1993 Hunter-Gatherer Adaptations, Economic Risk and Tool Design. *Lithic Technology* 18: 59–86.

Bradbury, Andrew P. 1998 The Examination of Lithic Artifacts from an Early Archaic Assemblage: Strengthening Inferences through Multiple Lines of Evidence. *Midcontinental Journal of Archaeology* 23: 263–288.

Bradbury, Andrew P., and Philip J. Carr 1995 Flake Typologies and Alternative Approaches: an Experimental Assessment. *Lithic Technology* 20: 100–115.

1999 Examining Stage and Continuum Models of Flake Debris Analysis: an Experimental Approach. *Journal of Anthropological Science* 26: 105–116.

Bradley, Bruce A. 1975 Lithic Reduction Sequences: a Glossary and Discussion. In *Lithic Technology: Making and Using Stone Tools*, edited by E. Swanson, pp. 5–13. Mouton, The Hague.

Brainerd, G. W. 1951 The Place of Chronological Ordering in Archaeological Analysis. *American Antiquity* 16: 301–313.

Brass, Leanne 1998 Modern Stone Tool Use as a Guide to Prehistory in the New Guinea Highlands. In *A Closer Look: Recent Australian Studies of Stone Tools*, edited by R. Fullagar, pp. 19–28. Sydney University, Archaeological Methods Series 6. Sydney.

Braswell, Geoffrey E., E. Wyllys Andrews V., and Michael D. Glascock 1994 The Obsidian Artifacts of Quelepa, El Salvador. *Ancient Mesoamerica* 5: 173–192.

Braswell, Geoffrey E., and Michael D. Glascock 1998 Interpreting Intrasource Variation in the Composition of Obsidian: the Geoarchaeology of San Martin Jilotepeque, Guatemala. *Latin American Antiquity* 9: 353–369.

Brew, J. O. 1946 The Use and Abuse of Taxonomy. In *The Archaeology of Alkali Ridge, Southern Utah*, edited by J. O. Brew, pp. 44–66. Peabody Museum Papers, vol. 21, Cambridge.

Brink, John W. 1978 *An Experimental Study of Microwear Formation on Endscrapers*. National Museum of Man, Mercury Series, National Museums of Canada, Paper no. 83. Ottawa.

Briuer, Frederick L. 1976 New Clues to Stone Tool Functions: Plant and Animal Residues. *American Antiquity* 41: 478–484.

Burton, John 1980 Making Sense of Waste Flakes: New Methods for Investigating the Technology and Economics behind Chipped Stone Assemblages. *Journal of Archaeological Science* 7: 131–148.

Butzer, Karl 1982 *Archaeology as Human Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.

Callahan, Errett 1979 The Basics of Biface Knapping in the Eastern Fluted Point Tradition: a Manual for Flintknappers and Lithic Analysts. *Archaeology of Eastern North America* 7: 1–180.

1987 *An Evaluation of the Lithic Technology in Middle Sweden during the Mesolithic and Neolithic*. Societas Archaeologica Upsaliensis, Aun 8, Uppsala.

Carmichael, Ian S. E., Francis J. Turner, and John Verhoogen 1974 *Igneous Petrology*. McGraw-Hill,

New York.
Carneiro, Robert L. 1974 On the Use of the Stone Axe by the Amahuaca Indians of Eastern Peru. *Ethnologische Zeitschrift Zurich* 1: 107–122.
1979 Tree Felling with the Stone Ax: an Experiment Carried Out among the Yanomamo Indians of Southern Venezuela. In *Ethnoarchaeology*, edited by C. Kramer, pp. 21–58. Columbia University Press, New York.
Carr, Philip J., and Andrew P. Bradbury 2001 Flake Debris Analysis, Levels of Production, and the Organization of Technology. In *Lithic Debitage: Context, Form, Meaning*, edited by W. Andrefsky, Jr., pp. 126–146. University of Utah Press, Salt Lake City.
Cattaneo, C., K. Gelsthorpe, P. Phillipos, and R. J. Sokol 1993 Blood Residues on Stone Tools: Indoor and Outdoor Experiments. *World Archaeology* 25: 29–43.
Chatters, James C. 1987 Hunter-Gatherer Adaptations and Assemblage Structure. *Journal of Anthropological Archaeology* 6: 336–375.
Christenson, Andrew L. 1987 The Prehistoric Tool Kit. In *Prehistoric Stone Technology on Northern Black Mesa, Arizona*, edited by W. Parry and A. Christenson, pp. 43–93. Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University at Carbondale, Occasional Paper no. 12.
Church, Tim 1994 *Lithic Resource Studies: a Sourcebook for Archaeologists*. Lithic Technology, Special Publication no. 3. Tulsa.
Church, T., and C. Caraveo 1996 The Magnetic Susceptibility of Southwestern Obsidian: an Exploratory Study. *North American Archaeologist* 17: 271–285.
Clark, Geoffrey A. 1989 Romancing the Stones: Biases, Style and Lithics at La Riera. In *Alternative Approaches to Lithic Analysis*, edited by D. Henry and G. Odell, pp. 27–50. Archeological Papers of the American Anthropological Association, no. 1. Washington, D C.
Clark, Grahame 1975 *The Earlier Stone Age Settlement of Scandinavia*. Cambridge University Press, Cambridge.
Clark, Grahame, and Stuart Piggott 1933 The Age of the British Flint Mines. *Antiquity* 7: 166–183.
Clark, John E. 1991a Flintknapping and Debitage Disposal among the Lacandon Maya of Chiapas, Mexico. In *The Ethnoarchaeology of Refuse Disposal*, edited by E. Staski and L. D. Sutro, pp. 63–78. Anthropological Research Papers, no. 42. Arizona State University, Tempe.
1991b Modern Lacandon Lithic Technology and Blade Workshops. In *Maya Stone Tools*, edited by T. R. Hester and H. J. Shafer, pp. 251–265.
Clemente, Ignacio, and Juan F. Gibaja 1998 Working Processes on Cereals: an Approach through Microwear Analysis. *Journal of Archaeological Science* 25: 457–464.
Cobb, Charles R. 2000 *From Quarry to Cornfield: the Political Economy of Mississippian Hoe Production*. University of Alabama Press, Tuscaloosa.
Codere, Helen 1990 Kwakiutl: Traditional Culture. *Handbook of North American Indians, vol. 7: Northwest Coast*, edited by W. Suttles, pp. 359–377. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
Conard, Nicholas J., and Daniel S. Adler 1997 Lithic Reduction and Hominid Behavior in the Middle Paleolithic of the Rhineland. *Journal of Anthropological Research* 53: 147–175.
Cooney, Gabriel, and Stephen Mandal 1995 Getting to the Core of the Problem: Petrological Results from the Irish Stone Axe Project. *Antiquity* 69: 969–980.
Cotterell, Brian, and Johan Kamminga 1986 Finials on Stone Flakes. *Journal of Archaeological Science* 13: 451–461.
1987 The Formation of Flakes. *American Antiquity* 52: 675–708.
1990 *Mechanics of Pre-Industrial Technology*. Cambridge University Press, Cambridge.
Cox, K. A., and H. A. Smith 1989 Perdiz Point Damage Analysis. *Bulletin of the Texas Archaeological Society* 60: 283–301.
Crabtree, Don E. 1966 A Stoneworker's Approach to Analyzing and Replicating the Lindenmeier

Folsom. *Tebiwa* 9: 3–39.
1968 Mesoamerican Polyhedral Cores and Prismatic Blades. *American Antiquity* 33: 446–478.
1970 Flaking Stone with Wooden Implements. *Science* 169: 146–153.
1972 *An Introduction to Flintworking*. Occasional Papers of the Idaho University Museum, no. 28, Pocatello.
Craddock, P. T., M. R. Cowell, M. N. Leese, and M. J. Hughes 1983 The Trace Element Composition of Polished Flint Axes as an Indicator of Source. *Archaeometry* 26: 135–163.
Crawford, O. G. S. 1935 A Primitive Threshing Machine. *Antiquity* 9: 335–339.
Curwen, Cecil 1930 Prehistoric Flint Sickles. *Antiquity* 4: 179–186.
1935 Agriculture and the Flint Sickle in Palestine. *Antiquity* 9: 62–66.
Custer, Jay F., John Ilgenfritz, and Keith R. Doms 1988 A Cautionary Note on the Use of Chemstrips for Detection of Blood Residues on Prehistoric Stone Tools. *Journal of Archaeological Science* 15: 343–345.
Czeisla, E., S. Eickhoff, N. Arts, and D. Winter (editors) 1990 *The Big Puzzle: International Symposium on Refitting Stone Artefacts*. Studies in Modern Archaeology, vol. 1. Holos, Bonn, Germany.
Daniel, I. Randolph, Jr., and Robert Butler 1996 An Archaeological Survey and Petrographic Description of Rhyolite Sources in the Uwharrie Mountains, North Carolina. *Southern Indian Studies* 45: 1–37.
De Bie, Marc 1998 Late Paleolithic Tool Production Strategies: Technological Evidence from Rekem (Belgium). In *Lithic Technology: from Raw Material Procurement to Tool Production*, edited by S. Milliken and M. Peresani, pp. 91–95. Workshop no. 12 of the XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences, Forli, Italy, 1996.
Del Bene, Terry A. 1979 Once upon a Striation: Current Models of Striation and Polish Formation. In *Lithic Use-Wear Analysis*, edited by B. Hayden, pp. 167–177. Academic Press, New York.
d'Errico, Francesco, and Joelle Espinet-Moucadel 1986 L'emploi du microscope électronique à balayage pour l'étude expérimentale de traces d'usure: raclage sur bois de cervidé. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 83: 91–96.
Dibble, Harold L. 1995 Raw Material Availability, Intensity of Utilization, and Middle Paleolithic Assemblage Variability. In *The Middle Paleolithic Site of Combe-Capelle Bas (France)*, edited by H. Dibble and M. Lenoir, pp. 289–315. University Museum Monograph 91, University of Pennsylvania, Philadelphia.
Dibble, Harold L., and John C. Whittaker 1981 New Experimental Evidence on the Relation between Percussion Flaking and Flake Variation. *Journal of Archaeological Science* 6: 283–296.
Dickson, Don 1996 The Production of Modern Lithic Scatters and Related Problems. *Lithic Technology* 21: 155–156.
Dockall, John E. 1994 Oval Biface Celt Variability during the Maya Late Preclassic. *Lithic Technology* 19: 52–68.
1997 Wear Traces and Projectile Impact: a Review of the Experimental and Archaeological Evidence. *Journal of Field Archaeology* 24: 321–331.
Dockall, John E., and Harry J. Shafer 1993 Testing the Producer-Consumer Model for Santa Maria Corozal, Belize. *Latin American Antiquity* 4: 158–179.
Downs, Elinor F., and Jerold M. Lowenstein 1995 Identification of Archaeological Blood Proteins: a Cautionary Note. *Journal of Archaeological Science* 22: 11–16.
Drennan, Robert D. 1996 *Statistics for Archaeologists: a Commonsense Approach*. Plenum Press, New York.
Dunnell, Robert C. 2000 Type-Variety System. In *Archaeological Method and Theory: an Encyclopedia*, edited by L. Ellis, pp. 638–640. Garland Publishing Co., New York.
Ehlers, Ernest G., and Harvey Blatt 1982 *Petrology: Igneous, Sedimentary, and Metamorphic*. W. H. Freeman and Co., San Francisco.

Eisele, J. A., D. D. Fowler, G. Haynes, and R. A. Lewis 1995 Survival and Detection of Blood Residues on Stone Tools. *Antiquity* 69: 36–46.

Erlandson, J. M., J. D. Robertson, and C. Descantes 1999 Geochemical Analysis of Eight Red Ochres from Western North America. *American Antiquity* 64: 517–526.

Evans, John 1897 *The Ancient Stone Implements, Weapons, and Ornaments of Great Britain*. London: Longmans, Green, Reader and Dyer.

Evans, J. Bryant, Madeleine G. Evans, and Edwin R. Hajic 1997 Paleoindian and Early Archaic Occupations at the CB-North Site, Madison County, Illinois. *Midcontinental Journal of Archaeology* 22: 159–196.

Evans, O. F. 1957 Probable Uses of Stone Projectile Points. *American Antiquity* 23: 83– 84.

Fagan, Brian M. 1987 *The Great Journey: the Peopling of Ancient America*. Thames and Hudson, London.

Farnsworth, Kenneth B., and John B. Walthall 1983 In the Path of Progress: Development of Illinois Highway Archeology, and the FAP 408 Project. *American Archeology* 3: 169–181.

Faulkner, Alaric 1972 *Mechanical Principles of Flintworking*. PhD dissertation, Department of Anthropology, Washington State University, Pullman. University Microfilms, Ann Arbor.

1974 Mechanics of Eraillure Formation. *Newsletter of Lithic Technology* 2: 4–12.

Faulkner, Charles H., and Major C. R. McCollough 1973 *Introductory Report of the Normandy Reservoir Salvage Project: Environmental Setting, Typology, and Survey*. Department of Anthropology, University of Tennessee, Report of Investigations 11.

Feder, Kenneth L. 1996 *The Past in Perspective*. Mayfield, Mountain View, CA.

Felder, P. J. 1981 Prehistoric Flint Mining at Ryckhold-St. Geertruid (The Netherlands) and Grimes Graves (England). *Staringia* 6: 57–62.

Ferguson, J. A., and R. E. Warren 1992 Chert Resources of Northern Illinois: Discriminant Analysis and an Identification Key. *Illinois Archaeology* 4: 1–37.

Fiedel, Stuart J. 1996 Blood from Stones? Some Methodological and Interpretive Problems in Blood Residue Analysis. *Journal of Archaeological Science* 23: 139–147.

Figgins, J. D. 1927 The Antiquity of Man in America. *Natural History* 27: 229–239.

Fischer, Anders, Peter Vemming Hansen, and Peter Rasmussen 1984 Macro and Micro Wear Traces on Lithic Projectile Points: Experimental Results and Prehistoric Examples. *Journal of Danish Archaeology* 3: 19–46.

Fish, Paul R. 1978 Consistency in Archaeological Measurement and Classification: a Pilot Study. *American Antiquity* 43: 86–89.

Flenniken, J. Jeffrey 1978 Reevaluation of the Lindenmeier Folsom: a Replication Experiment in Lithic Technology. *American Antiquity* 43:473–480.

Flenniken, J. Jeffrey, and J. Haggerty 1979 Trampling as an Agency in the Formation of Edge Damage: an Experiment in Lithic Technology. *Northwest Anthropological Research Notes* 13: 208–214.

Ford, James A. 1954a Comment on A. C. Spaulding, "Statistical Techniques for the Discovery of Artifact Types." *American Antiquity* 19: 390–391.

1954b The Type Concept Revisited. *American Anthropologist* 56: 42–54.

Fowler, William S. 1966 The Horne Hill Soapstone Quarry. *Bulletin of the Massachusetts Archaeological Society* 27: 17–28.

1967 Oaklawn Quarry: Stone Bowl and Pipe Making. *Bulletin of the Massachusetts Archaeological Society* 29: 1–15.

Fox, William A. 1984 Dhoukani Flake Blade Production in Cyprus. *Lithic Technology* 13: 62–68.

Fredericksen, Clayton 1985 The Detection of Blood on Prehistoric Flake Tools. *New Zealand Archaeological Association Newsletter* 28: 155–164.

Freeman, Leslie G. 1968 A Theoretical Framework for Interpreting Archaeological Materials. In *Man*

the Hunter, edited by R. Lee and I. DeVore, pp. 262–267. Aldine/Atherton, Chicago.
Frison, George C. 1978 *Prehistoric Hunters of the High Plains*. Academic Press, New York.
1979 Observations on the Use of Stone Tools: Dulling of Working Edges of Some Chipped Stone Tools in Bison Butchering. In *Lithic Use-Wear Analysis*, edited by B. Hayden, pp. 258–268. Academic Press, New York.
1989 Experimental Use of Clovis Weaponry and Tools on African Elephants. *American Antiquity* 54: 766–784.
Frison, George C., and Bruce A. Bradley 1980 *Folsom Tools and Technology at the Hanson Site, Wyoming*. University of New Mexico Press, Albuquerque.
Fullagar, R., and J. Field 1997 Pleistocene Seed-Grinding Implements from the Australian Arid Zone. *Antiquity* 71: 300–307.
Fullagar, Richard, Tom Loy, and Stephen Cox 1998 Starch Grains, Sediments and Stone Tool Function: Evidence from Bitokara, Papua New Guinea. In *A Closer Look: Recent Australian Studies of Stone Tools*, edited by R. Fullagar, pp. 49–60. Sydney University, Archaeological Methods Series 6.
Fullagar, Richard, Betty Meehan, and Rhys Jones 1992 Residue Analysis of Ethnographic Plant-Working and Other Tools from Northern Australia. In *Préhistoire de l'agriculture: nouvelles approaches expérimentales et ethnographiques*, edited by P. Anderson, pp. 39–53. Centre de Recherches Archéologiques, CNRS, Monographie du CRA no. 6. Paris.
Gallagher, J. 1977 Contemporary Stone Tools in Ethiopia: Implications for Archaeology. *Journal of Field Archaeology* 4: 407–414.
Garling, Stephanie J. 1998 Megafauna on the Menu? Haemoglobin Crystallization of Blood Residues from Stone Artifacts at Cuddie Springs. In *A Closer Look: Recent Australian Studies of Stone Tools*, edited by R. Fullagar, pp. 29–48. Sydney University, Archaeological Methods Series 6.
Geneste, J.-M., and S. Maury 1997 Contributions of Multidisciplinary Experimentation to the Study of Upper Paleolithic Projectile Points. In *Projectile Technology*, edited by H. Knecht, pp. 165–189. Plenum, New York.
Gero, Joan 1978 Summary of Experiments to Duplicate Post-Excavational Damage to Tool Edges. *Lithic Technology* 7: 34.
Gifford, Charlette, and George H. Odell 1999 Digging in Museums: WPA Archaeology in the Grand River Valley as Seen from the Duck Creek Site. *Bulletin of the Oklahoma Anthropological Society* 48: 83–111.
Gifford-Gonzalez, D., D. Damrosch, J. Pryor, and R. Thunen 1985 The Third Dimension in Site Structure: an Experiment in Trampling and Vertical Dispersal. *American Antiquity* 50: 803–818.
Gillieson, D. S., and J. Hall 1982 Bevelling Bungwall Bashers: a Use-Wear Study from Southeast Queensland. *Australian Archaeology* 14: 43–61.
Goffer, Zvi 1980 *Archaeological Chemistry: a Sourcebook on the Applications of Chemistry to Archaeology*. John Wiley & Sons, New York.
Gordus, A. A., J. B. Griffin, and G. A. Wright 1971 Activation Analysis Identification of the Geologic Origins of Prehistoric Obsidian Artifacts. In *Science and Archaeology*, edited by R. Brill, pp. 222–234. MIT Press, Cambridge.
Gould, R. A., D. A. Koster, and A, H. L. Sontz 1971 The Lithic Assemblage of the Western Desert Aborigines of Australia. *American Antiquity* 36: 149–169.
Grace, Roger 1993a New Methods in Use-Wear Analysis. In *Traces et fonction: Les gestes retrouvés*, edited by P. Anderson, S. Beyries, M. Otte, and H. Plisson, pp. 385–387. ERAUL no. 50, Liège.
1993b The Use of Expert Systems in Lithic Analysis. In *Traces et fonction: Les gestes retrouvés*, edited by P. Anderson, S. Beyries, M. Otte, and H. Plisson, pp. 389–400. ERAUL no. 50, Liège.

1996 Use-Wear Analysis: the State of the Art. *Archaeometry* 38: 209–229.

Graves, Paul 1994 My Strange Quest for Leroi-Gourhan: Structuralism's Unwitting Hero. *Antiquity* 68: 457–460.

Greiser, Sally T. 1977 Micro-Analysis of Wear Patterns on Projectile Points and Knives from the Jurgens Site, Kersey, Colorado. *Plains Anthropologist* 22: 107–116.

Griffin, J. B. 1965 Hopewell and the Dark Black Glass. *Michigan Archaeologist* 11: 115–155.

Griffin, J. B., A. A. Gordus, and G. A. Wright 1969 Identification of the Sources of Hopewellian Obsidian in the Middle West. *American Antiquity* 34: 1–14.

Griffith, Alan Arnold 1920 The Phenomena of Rupture and Flow in Solids. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* A221: 163–198.

1921 The Theory of Rupture. *Proceedings of the 1st International Congress for Applied Mechanics*, p. 55. Delft.

Gryba, Eugene M. 1988 A Stone Age Pressure Method of Folsom Fluting. *Plains Anthropologist* 33: 53–66.

Gurfinkel, D. M., and U. M. Franklin 1988 A Study of the Feasibility of Detecting Blood Residue on Artifacts. *Journal of Archaeological Science* 15: 83–97.

Hall, Jay, Su Higgins, and Richard Fullagar 1989 Plant Residues on Stone Tools. In *Plants in Australian Archaeology*, edited by W. Beck, A. Clarke, and L. Head. *Tempus* 1: 136–160.

Hamon, Caroline 2003 De l'utilisation des outils de mouture, broyage et polissage au Néolithique en Bassin Parisien: Apports de la tracéologie. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 100: 101–116.

Hard, R. J., R. P. Mauldin, and G. R. Raymond 1996 Mano Size, Stable Carbon Isotope Ratios, and Macrobotanical Remains as Multiple Lines of Evidence of Maize Dependence in the American Southwest. *Journal of Archaeological Method and Theory* 3: 253–318.

Hardy, Bruce L., and Gary T. Garufi 1998 Identification of Woodworking on Stone Tools through Residue and Use-Wear Analyses: Experimental Results. *Journal of Archaeological Science* 25: 177–184.

Hartz, N., and H. Winge 1906 Om uroxen fra Vig. Saret og draebt med flintvaben. *Aarboger* 21: 225–236.

Harwood, Gill 1988 Microscopic Techniques: II. Principles of Sedimentary Petrography. In *Techniques in Sedimentology*, edited by M. Tucker, pp. 108–173. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Hatch, J. W., J. W. Michels, C. M. Stevenson, B. E. Scheetz, and R. A. Geidel 1990 Hopewell Obsidian Studies: Behavioral Implications of Recent Sourcing and Dating Research. *American Antiquity* 55: 461–479.

Hay, Conran A. 1977 Use-Scratch Morphology: a Functionally Significant Aspect of Edge Damage on Obsidian Tools. *Journal of Field Archaeology* 4: 491–494.

Hayden, Brian 1977 Stone Tool Functions in the Western Desert. In *Stone Tools as Cultural Markers: Change, Evolution and Complexity*, edited by R.V.S. Wright, pp. 178–188. Australian Institute of Aboriginal Studies, Canberra.

1979 (editor) *Lithic Use-Wear Analysis*. Academic Press, New York.

1990 The Right Rub: Hide Working in High Ranking Households. In *The Interpretive Possibilities of Microwear Studies*, edited by B. Graslund, H. Knutsson, K. Knutsson, and J. Taffinder, pp. 89–102. Societas Archaeologica Upsaliensis, AUN 14. Uppsala, Sweden.

Hayden, Brian, Nora Franco, and Jim Spafford 1996 Evaluating Lithic Strategies and Design Criteria. In *Stone Tools: Theoretical Insights into Human Prehistory*, edited by G. Odell, pp. 9–49. Plenum Press, New York.

Hayden, Brian, and W. Karl Hutchings 1989 Whither the Billet Flake? In *Experiments in Lithic Technology*, edited by D. Amick and R. Mauldin, pp. 235–257. BAR International Series 528, Oxford.

Head, Leslie, and Richard Fullagar 1997 Hunter-Gatherer Archaeology and Pastoral Contact: Perspectives from the Northwest Northern Territory. *World Archaeology* 28: 418–428.
Heider, Karl G. 1967 Archaeological Assumptions and Ethnographical Facts: a Cautionary Tale from New Guinea. *Southwestern Journal of Anthropology* 23: 52–64.
1970 *The Dugum Dani: a Papuan Culture in the Highlands of West New Guinea*. Aldine, Chicago.
Henry, Donald O. 1989 Correlations between Reduction Strategies and Settlement Patterns. In *Alternative Approaches to Lithic Analysis*, edited by D. Henry and G. Odell, pp. 139–155.
Henry, D. O., C. V. Haynes, and B. Bradley 1976 Quantitative Variations in Flaked Stone Debitage. *Plains Anthropologist* 21: 57–61.
Hester, Thomas R. 1985 The Maya Lithic Sequence in Northern Belize. In *Stone Tool Analysis: Essays in Honor of Don E. Crabtree*, edited by M. Plew, J. Woods, and M. Pavesic, pp. 187–210. University of New Mexico, Albuquerque.
Hester, Thomas R., Delbert Gilbow, and Alan D. Albee 1973 A Functional Analysis of "Clear Fork" Artifacts from the Rio Grande Plain, Texas. *American Antiquity* 38: 90–96.
Hester, Thomas R., and Robert F. Heizer 1972 Problems in Functional Interpretation: Scraper-Planes from the Valley of Oaxaca, Mexico. *Contributions of the University of California Research Facility*, Berkeley, no. 14: 107–123.
Hester, Thomas R., and Harry J. Shafer 1975 An Initial Study of Blade Technology on the Central and Southern Texas Coast. *Plains Anthropologist* 16: 175–185.
1991 (editors) *Maya Stone Tools*. Prehistory Press, Madison, WI.
Hibbard, M. J. 1995 *Petrography to Petrogenesis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
Hofman, Jack L. 1981 The Refitting of Chipped-Stone Artifacts as an Analytical and Interpretive Tool. *Current Anthropology* 22: 35–50.
1992 Recognition and Interpretation of Folsom Technological Variability on the Southern Plains. In *Ice Age Hunters of the Rockies*, edited by D. Stanford and J. Day, pp. 193–224. Denver Museum of Natural History, Denver.
Hofman, Jack L., and James Enloe (editors) 1992 *Piecing Together the Past: Applications of Refitting Studies in Archaeology*. BAR International Series, Oxford.
Hofman, Jack L., Lawrence W. Todd, and Michael B. Collins 1991 Identification of Central Texas Edwards Chert at the Folsom and Lindenmeier Sites. *Plains Anthropologist* 36: 297–308.
Holliday, Vance T. 1991 (editor) *Soils in Archaeology: Landscape Evolution and Human Occupation*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
1992 (editor) *Soils in Archaeology: Landscape Evolution and Human Occupation*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.
1996 *Paleoindian Geoarchaeology of the Southern High Plains*. University of Texas Press, Austin.
Holmes, William H. 1891 Manufacture of Stone Arrow-points. *American Anthropologist* 4: 49–58.
1894a An Ancient Quarry in Indian Territory. *Bureau of American Ethnology Bulletin*, no. 21.
1894b Natural History of Flaked Stone Implements. In *Memoirs of the International Congress of Anthropology*, edited by C. S. Wake, pp. 120–139. Schulte, Chicago.
1919 *Handbook of Aboriginal American Antiquities. Part I: Introduction and Lithic Industries*. Bureau of American Ethnology, Bulletin 60. Washington, D.C.
Hornell, J. 1930 The Cypriot Threshing Sledge. *Man* 30: 135–149.
Hudler, Dale 1997 *Determining Clear Fork Tool Function through Use-Wear Analysis: a Discussion of Use-Wear Methods and Clear Fork Tools*. University of Texas at Austin, Texas Archeological Research Laboratory, Studies in Archeology 25.
Hudson, L. 1993 Protohistoric Pawnee Lithic Economy. *Plains Anthropologist* 38: 265–277.
Hughes, Richard E. 1992 Another Look at Hopewell Obsidian Studies. *American Antiquity* 57: 515–523.
Hurcombe, Linda 1988 Some Criticisms and Suggestions in Response to Newcomer *et al.* (1986).

Journal of Archaeological Science 15: 1–10.
Hyland, D. C., J. M. Tersak, J. M. Adovasio, and M. I. Siegel 1990 Identification of the Species of Origin of Residue Blood on Lithic Material. *American Antiquity* 55: 104–112.
Ingbar, Eric E. 1994 Lithic Material Selection and Technological Organization. In *The Organization of North American Prehistoric Chipped Stone Tool Technologies*, edited by P. Carr, pp. 45–56. International Monographs in Prehistory, Ann Arbor.
Ingbar, Eric E., Mary Lou Larson, and Bruce Bradley 1989 A Non-Typological Approach to Debitage Analysis. In *Experiments in Lithic Technology*, edited by D. S. Amick and R. P. Mauldin, pp. 117–136. BAI International Series, no. 528. Oxford.
Inizan, Marie-Louise, Hélène Roche, and Jacques Tixier 1992 *Technology of Knapped Stone*. Préhistoire de la Pierre Taillée, tome 3, CREP, Meudon.
Irwin, Henry T., and H. M. Wormington 1970 Paleo-Indian Tool Types in the Great Plains. *American Antiquity* 35: 24–34.
Ives, D. J. 1984 The Crescent Hills Prehistoric Quarrying Area: More Than Just Rocks. In *Prehistoric Chert Exploitation: Studies from the Midcontinent*, edited by B. M. Butler and E. E. May, pp. 187–196. Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University, Occasional Paper no. 2, Carbondale.
Jackson, Thomas L., and Michael W. Love 1991 "Blade Running:" Middle Preclassic Obsidian Exchange and the Introduction of Prismatic Blades at La Blanca, Guatemala. *Ancient Mesoamerica* 2: 47–59.
Jelinek, Arthur J. 1965 Lithic Technology Conference, Les Eyzies, France. *American Antiquity* 31: 277–278.
Jeske, Robert J., and Rochelle Lurie 1993 The Archaeological Visibility of Bipolar Technology: an Example from the Koster Site. *Midcontinental Journal of Archaeology* 18: 131–160.
Johnson, Jay K. 1989 The Utility of Production Trajectory Modeling as a Framework for Regional Analysis. In *Alternative Approaches to Lithic Analysis*, edited by D. Henry and G. Odell, pp. 119–138. Archaeological Papers of the American Anthropological Association, no. 1. Washington, D.C.
1996 Lithic Analysis and Questions of Cultural Complexity: the Maya. In *Stone Tools: Theoretical Insights into Human Prehistory*, edited by G. Odell, pp. 159–179. Plenum Press, New York.
2001 Some Reflections on Debitage Analysis. In *Lithic Debitage: Context, Form, Meaning*, edited by W. Andrefsky, Jr., pp. 15–20. University of Utah Press, Salt Lake City.
Johnson, Lucy Lewis 1978 A History of Flint-Knapping Experimentation, 1838–1976. *Current Anthropology* 19: 337–359.
Jones, George T., Donald K. Grayson, and Charlotte Beck 1983 Artifact Class Richness and Sample Size in Archaeological Surface Assemblages. In *Lulu Linear Punctated: Essays in Honor of George Irving Quimby*, edited by R. Dunnell and D. Grayson, pp. 55–73. University of Michigan, Museum of Anthropology, Anthropological Papers, no. 72.
Judge, W. James 1973 *Paleoindian Occupation of the Central Rio Grande Valley in New Mexico*. University of New Mexico Press, Albuquerque.
Julien, Michele, Claudine Carlin, and Boris Valentin 1991 Dechets de silex, dechets de pierres chauffées de l'interêt des remontages à Pincevent (France). In *Piecing Together the Past: Applications of Refitting Studies in Archaeology*, edited by J. Hofman and J. Enloe, pp. 287–295. BAR International Series, Oxford.
Kaminska, Jolanta, Elzbieta Mycielska-Dowgiallo, and Karol Szymczak 1993 Postdepositional Changes on Surfaces of Flint Artifacts as Observed under a Scanning Electron Microscope. In *Traces et foncion: Les gestes retrouvés*, edited by P. Anderson, S. Beyries, M. Otte, and H. Plisson, pp. 467–476. ERAUL, no. 50, Liège.
Kamminga, Johan 1981 The Bevelled Pounder: an Aboriginal Stone Tool Type from Southeast

Queensland. *Proceedings of the Royal Society of Queensland* 92: 31–35.

1982 *Over the Edge: Functional Analysis of Australian Stone Tools*. Anthropology Museum, University of Queensland, Occasional Papers in Anthropology, no. 12.

Kamp, Katherine A. 1995 A Use-Wear Analysis of the Function of Basalt Cylinders. *Kiva* 61: 109–119.

Katz, Paul R. 1976 *A Technological Analysis of the Kansas City Hopewell Chipped Stone Industry*. PhD dissertation, Department of Anthropology, University of Kansas. University Microfilms, Ann Arbor.

Kay, Marvin 1996 Microwear Analysis of Some Clovis and Experimental Chipped Stone Tools. In *Stone Tools: Theoretical Insights into Human Prehistory*, edited by G. Odell, pp. 315–344. Plenum, New York.

Kazaryan, H. 1993 Butchery Knives in the Mousterian Sites of Armenia. In *Traces et fonction: les gestes retrouvés*, edited by P. Anderson, S. Beyries, M. Otte, and H. Plisson, pp. 79–85. ERAUL, no. 50, Liège.

Kealhofer, Lisa, Robin Torrence, and Richard Fullagar 1999 Integrating Phytoliths within Use-Wear/Residue Studies of Stone Tools. *Journal of Archaeological Science* 26: 527–546.

Keeley, Lawrence H. 1980 *Experimental Determination of Stone Tool Uses: a Microwear Analysis*. University of Chicago Press, Chicago.

1982 Hafting and Retooling: Effects on the Archaeological Record. *American Antiquity* 47: 798–809.

Keeley, Lawrence H., and Mark H. Newcomer 1977 Microwear Analysis of Experimental Flint Tools: a Test Case. *Journal of Archaeological Science* 4: 29–62.

Kehoe, Alice Beck 1992 *North American Indians: a Comprehensive Account*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Keller, Charles M. 1966 The Development of Edge Damage Patterns on Stone Tools. *Man* 1: 501–511.

Kelly, Isabel T., and Catherine S. Fowler 1986 Southern Paiute. *Handbook of North American Indians, vol. 11: Great Basin*, edited by W. d'Azevedo, pp. 368–397. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Kelly, John E. 1991 The Evidence for Prehistoric Exchange and Its Implications for the Development of Cahokia. In *New Perspectives on Cahokia: Views from the Periphery*, edited by J. Stoltman, pp. 65–92. Prehistory Press, Madison.

Kelly, Robert L. 1983 Hunter-gatherer Mobility Strategies. *Journal of Anthropological Research* 39: 277–306.

1985 *Hunter-Gatherer Mobility and Sedentism: a Great Basin Survey*. PhD dissertation, Department of Anthropology, University of Michigan. University Microfilms, Ann Arbor.

1988 The Three Sides of a Biface. *American Antiquity* 53: 717–734.

Kerrich, J. E., and D. L. Clarke 1967 Notes on the Possible Misuse and Errors of Cumulative Percentage Frequency Graphs for the Comparison of Prehistoric Artefact Assemblages. *Proceedings of the Prehistoric Society* n.s. 33: 57–69.

Kintigh, Keith W. 1984a Measuring Archaeological Diversity by Comparison with Simulated Assemblages. *American Antiquity* 49: 44–54.

1984b Sample Size, Significance, and Measures of Diversity. In *Quantifying Diversity in Archaeology*, edited by R. Leonard and G. Jones, pp. 25–36. Cambridge University Press, Cambridge.

Knudson, Ruthann 1979 Inference and Imposition in Lithic Analysis. In *Lithic Use-Wear Analysis*, edited by B. Hayden, pp. 269–281. Academic Press, New York.

Knutsson, Kjel 1988 *Patterns of Tool Use: Scanning Electron Microscopy of Experimental Quartz Tools*. Societas Archaeologica Upsaliensis, AUN 10. Uppsala, Sweden.

Knutsson, K., and R. Hope 1984 The Application of Acetate Peels in Lithic Usewear Analysis. *Archaeometry* 26: 1.

Kobayashi, Hiroaki 1975 The Experimental Study of Bipolar Flakes. In *Lithic Technology: Making*

and Using Stone Tools, edited by E. Swanson, pp. 115–127. Mouton, The Hague.

Kobayashi, Tatsuo 1970 Microblade Industries in the Japanese Archipelago. *Arctic Anthropology* 7: 38–58.

Koldehoff, Brad 1987 The Cahokia Flake Tool Industry: Socioeconomic Implications for Late Prehistory in the Central Mississippi Valley. In *The Organization of Core Technology*, edited by J. Johnson and C. Morrow, pp. 151–185. Westview Press, Boulder.

Kooyman, Brian P. 2000 *Understanding Stone Tools and Archaeological Sites*. University of Calgary Press, Calgary.

Kooyman, B., M. E. Newman, and H. Ceri 1992 Verifying the Reliability of Blood Residue Analysis on Archaeological Tools. *Journal of Archaeological Science* 19: 265–269.

Kozák, Vladimír 1972 Stone Age Revisited. *Natural History* 81: 14–24.

Krakker, J. J. 1997 Biface Caches, Exchange, and Regulatory Systems in the Prehistoric Great Lakes Region. *Midcontinental Journal of Archaeology* 22: 1–41.

Kroeber, Theodora 1961 *Ishi in Two Worlds*. University of California Press, Berkeley.

Kuhn, Steven L. 1991 "Unpacking" Reduction: Lithic Raw Material Economy in the Mousterian of West-central Italy. *Journal of Anthropological Archaeology* 10: 76–106.

1993 Mousterian Technology as Adaptive Response: a Case Study. In *Hunting and Animal Exploitation in the Later Paleolithic and Mesolithic of Eurasia*, edited by G. Peterkin, H. Bricker, and P. Mellars, pp. 25–31. Archeological Papers of the American Anthropological Association. Washington, D.C.

1994 A Formal Approach to the Design and Assembly of Mobile Toolkits. *American Antiquity* 59: 426–442.

1995 *Mousterian Lithic Technology: an Ecological Perspective*. Princeton University Press, Princeton.

Laplace, Georges 1964 Essai de typologie systematique. *Annals of the University of Ferrara*, n.s., 15, vol. 1.

1974 La typologie analytique: base rationale d'étude des industries lithiques et osseuses. Editions CNRS, *Banque de données archéologiques*. Congrès de Marseille, 1972.

Larson, Mary Lou 1994 Toward a Holistic Analysis of Chipped Stone Assemblages. In *The Organization of North American Prehistoric Chipped Stone Tool Technologies*, edited by P. Carr, pp. 57–69. International Monographs in Prehistory, Ann Arbor.

Larson, Mary Lou, and Eric E. Ingbar 1992 Perspectives on Refitting: Critique and a Complementary Approach. In *Piecing Together the Past*, edited by J. L. Hofman and J. Enloe, pp. 151–162. BAR International Series 578. Oxford.

Larson, Mary Lou, and Marcel Kornfeld 1997 Chipped Stone Nodules: Theory, Method, and Examples. *Lithic Technology* 22: 4–18.

Latham, Thomas S., Paula A. Sutton, and Kenneth L. Verosub 1992 Non-Destructive XRF Characterization of Basaltic Artifacts from Truckie, California. *Geoarchaeology* 7: 81–101.

Lavin, L., and D. R. Prothero 1992 Prehistoric Procurement of Secondary Sources: the Case for Characterization. *North American Archaeologist* 13: 97–113.

Lawn, B. R., and D. B. Marshall 1979 Mechanisms of Microcontact Fracture in Brittle Solids. In *Lithic Use-Wear Analysis*, edited by B. Hayden, pp. 63–82. Academic Press, New York.

Lawn, B. R., and T. R. Wilshaw 1975 *Fracture of Brittle Solids*. Cambridge University Press, Cambridge.

Lawrence, Robert A. 1979 Experimental Evidence for the Significance of Attributes Used in Edge-Damage Analysis. In *Lithic Use-Wear Analysis*, edited by B. Hayden, pp. 113–121. Academic Press, New York.

Leach, Jeff D., and Raymond P. Mauldin 1995 Additional Comments on Blood Residue Analysis in Archaeology. *Antiquity* 69: 1020–1022.

Leakey, Louis S. B. 1934 *Adam's Ancestors*. Methuen and Co., London.
LeMoine, Genviève M. 1997 *Use-Wear Analysis on Bone and Antler Tools of the Mackenzie Inuit*. BAR International Series 679, Oxford.
Levi-Sala, Irene 1986 Experimental Replication of Post-Depositional Surface Modifications on Flint. In *Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools*, edited by L. Owen and G. Unrath. *Early Man News* 9/10/11: 103–109.
1993 Use-Wear Traces: Processes of Development and Post-Depositional Alterations. In *Traces et foncion: Les gestes retrouvés*, edited by P. Anderson, S. Beyries, M. Otte, and H. Plisson, pp. 401–416. ERAUL, no. 50, Liège.
1996 *A Study of Microscopic Polish on Flint Implements*. BAR International Series 629. Oxford.
Lewenstein, Suzanne M. 1987 *Stone Tool Use at Cerros: the Ethnoarchaeological and Use-Wear Evidence*. University of Texas Press, Austin.
Lewis, Douglas W., and David McConchie 1994 *Analytical Sedimentology*. Chapman and Hall, New York.
Loy, Thomas H. 1983 Prehistoric Blood Residues: Detection on Tool Surfaces and Identification of Species of Origin. *Science* 220: 1269–1271.
1993 The Artifact as Site: an Example of the Biomolecular Analysis of Organic Residues on Prehistoric Tools. *World Archaeology* 25: 44–63.
1994 Methods in the Analysis of Starch Residues on Prehistoric Stone Tools. In *Tropical Archaeobotany: Applications and New Developments*, edited by J. Hather, pp. 86–114. Routledge, London.
Loy, Thomas H., and E. James Dixon 1998 Blood Residues on Fluted Points from Eastern Beringia. *American Antiquity* 63: 21–46.
Loy, Thomas H., and Andrée R. Wood 1989 Blood Residue Analysis at Çayonu Tepesi, Turkey. *Journal of Field Archaeology* 16: 451–460.
Luedtke, Barbara E. 1976 *Lithic Material Distributions and Interaction Patterns during the Late Woodland Period in Michigan*. PhD dissertation, Department of Anthropology, University of Michigan.
1992 *An Archaeologist's Guide to Chert and Flint*. Institute of Archaeology, University of California, Los Angeles, Archaeological Research Tools 7.
Luedtke, Barbara E., and J. T. Meyers 1984 Trace Element Variation in Burlington Chert: a Case Study. In *Prehistoric Chert Exploitation: Studies from the Midcontinent*, edited by B. M. Butler and E. E. May, pp. 287–298. Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University, Occasional Paper no. 2, Carbondale.
Lurie, Rochelle 1989 Lithic Technology and Mobility Strategies: the Koster Site Middle Archaic. In *Time, Energy and Stone Tools*, edited by R. Torrence, pp. 46–56. Cambridge University Press, Cambridge.
MacDonald, D. H. 1995 Mobility and Raw Material Use at the Hunting Camp Spring Site (35WA96), Blue Mountains, Oregon. *North American Archaeologist* 16: 343–361.
Magne, Martin P. R. 1985 *Lithics and Livelihood: Stone Tool Technologies of Central and Southern Interior British Columbia*. Archaeological Survey of Canada, Mercury Series, Paper no. 133. National Museum of Man, Ottawa.
2001 Debitage Analysis as a Scientific Tool for Archaeological Knowledge. In *Lithic Debitage*, edited by W. Andrefsky, Jr., pp. 21–30.
Magne, Martin P. R., and David Pokotylo 1981 A Pilot Study in Bifacial Lithic Reduction Sequences. *Lithic Technology* 10: 34–47.
Mallouf, Robert J. 1981 *A Case Study of Plow Damage to Chert Artifacts: the Brookeen Creek Cache, Hill County, Texas*. Texas Historical Commission, Office of the State Archeologist, Report 33, Austin.
Mansur, Maria Estela 1982 Microwear Analysis of Natural and Use Striations: New Clues to the

Mechanisms of Striation Formation. In *Tailler! Pour quoi faire: Recent Progress in Microwear Studies*, edited by D. Cahen, pp. 213–233. Studia Praehistorica Belgica 2. Tervuren.

Mansur-Franchomme, Maria Estela 1983 *Traces d'utilisation et technologie lithique: Exemples de la Patagonie*. PhD dissertation, Université de Bordeaux I.

1986 *Microscopie du matériel lithique préhistorique: traces d'utilisation, altérations naturelles, accidentelles et technologiques*. Cahiers du Quaternaire no. 9, CNRS, Bordeaux.

Mauldin, Raymond P., and Daniel S. Amick 1989 Investigating Patterning in Debitage from Experimental Bifacial Core Reduction. In *Experiments in Lithic Technology*, edited by D. Amick and R. Mauldin, pp. 67–88. BAR International Series, Oxford.

Mauldin, Raymond P., Jeff D. Leach, and Daniel S. Amick 1995 On the Identification of Blood Residues on Paleoindian Artifacts. *Current Research in the Pleistocene* 12: 85–87.

McBirney, Alexander R. 1993 *Igneous Petrology*. Second edition. Jones and Bartlett, Boston.

McBrearty, Sally, Laura Bishop, Thomas Plummer, Robert Dewar, and Nicholas Conard 1998 Tools Underfoot: Human Trampling as an Agent of Lithic Artifact Edge Modification. *American Antiquity* 63: 108–129.

McDonald, M. M. A. 1991 Technological Organization and Sedentism in the Epipaleolithic of Dakhleh Oasis, Egypt. *African Archaeological Review* 9: 81–109.

McDonnell, Robert D., Henk Kars, and J. Ben H. Jansen 1997 Petrography and Geochemistry of Flint from Six Neolithic Sources in Southern Limburg (The Netherlands) and Northern Belgium. In *Siliceous Rocks and Culture*, edited by A. Ramos-Millan and M. A. Bustillo, pp. 371–384. Universidad de Granada, Monográfica Arte y Arqueología.

McDougall, J. M., D. H. Tarling, and S. E. Warren 1983 Magnetic Sourcing of Obsidian Samples from Mediterranean and Near Eastern Sources. *Journal of Archaeological Science* 10: 441–452.

McSwain, R. 1991 A Comparative Evaluation of the Producer-Consumer Model for Lithic Exchange in Northern Belize. *Latin American Antiquity* 2: 337–351.

Meeks, Scott C. 2000 *The Use and Function of Late Middle Archaic Projectile Points in the Midsouth*. Office of Archaeological Services, University of Alabama Museums, Report of Investigations 77. Moundsville.

Mellars, Paul A. 1970 Some Comments on the Notion of 'Functional Variability' in Stone-Tool Assemblages. *World Archaeology* 2: 74–89.

1989 Chronologie du moustérien du sud-ouest de la France: actualisation du débat. *l'Anthropologie* 93: 53–72.

Meurers-Balke, J., and J. Luning 1992 Some Aspects and Experiments Concerning the Processing of Glume Wheats. In *Préhistoire de l'Agriculture*, edited by P. Anderson, pp. 341–362. Editions du CNRS, Monographie du CRA, no. 6, Paris.

Mewhinney, H. 1964 A Skeptic Views the Billet Flake. *American Antiquity* 30: 203–204.

Meyers, J. T. 1970 *Chert Resources of the Lower Illinois Valley*. Illinois State Museum, Reports of Investigations, no. 18. Springfield.

Migal, Witold 1997 Reconstruction of the Flint Extraction System in Krzemionki. In *Siliceous Rocks and Culture*, edited by A. Ramos-Millan and M. Bustillo, pp. 315–325. Editorial Universidad de Granada, Granada.

Miller, John 1988 Cathodoluminescence Microscopy. In *Techniques in Sedimentology*, edited by M. Tucker, pp. 174–190. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Mitchum, Beverly 1991 Lithic Artifacts from Cerros, Belize: Production, Consumption, and Trade. In *Maya Stone Tools*, edited by T. Hester and H. Shafer, pp. 45–53. Prehistory Press, Madison, WI.

Moholy-Nagy, Hattula, and Fred W. Nelson 1990 New Data on Sources of Obsidian Artifacts from Tikal, Guatemala. *Ancient Mesoamerica* 1: 71–80.

Moir, J. Reid 1912 The Natural Fracture of Flint and Its Bearing upon Rudimentary Flint Implements.

Proceedings of the Prehistoric Society of East Anglia 1: 171–184.
1920 *Pre-Paleolithic Man*. W. E. Harrison, The Ancient House, Ipswich.
Morris, D. H. 1990 Changes in Groundstone Following the Introduction of Maize into the American Southwest. *Journal of Anthropological Research* 46: 177–194.
Morrow, Carol A. 1984 A Biface Production Model for Gravel-Based Chipped Stone Industries. *Lithic Technology* 13: 20–28.
Morrow, Toby A. 1996a Bigger is Better: Comments on Kuhn's Formal Approach to Mobile Tool Kits. *American Antiquity* 61: 581–590.
1996b Lithic Refitting and Archaeological Site Formation Processes: a Case Study from the Twin Ditch Site, Greene County, Illinois. In *Stone Tools: Theoretical Insights into Human Prehistory*, edited by G. H. Odell, pp. 345–373. Plenum, New York.
1997 A Chip Off the Old Block: Alternative Approaches to Debitage Analysis. *Lithic Technology* 22: 51–69.
Moss, Emily H. 1983 *The Functional Analysis of Flint Implements: Pincevent and Pont d'Ambon*. BAR International Series 177. Oxford.
1986 What Microwear Analysts Look At. In *Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools*, edited by L. Owen and G. Unrath. *Early Man News* 9/10/11: 91–96.
1987 A Review of "Investigating Microwear Polishes with Blind Tests." *Journal of Archaeological Science* 14: 473–481.
Movius, Hallam L., Jr., Nicholas C. David, Harvey M. Bricker, and R. Berle Clay 1968 *The Analysis of Certain Major Classes of Upper Paleolithic Tools*. American School of Prehistoric Research, Peabody Museum, Harvard University, Bulletin no. 26.
Mueller, James W. 1974 *The Use of Sampling in Archaeological Survey*. American Antiquity, Memoirs no. 28. Washington, D.C.
1975 (editor) *Sampling in Archaeology*. University of Arizona Press, Tucson.
Nance, Jack D. 1981 Statistical Fact and Archaeological Faith: Two Models in Small-Sites Sampling. *Journal of Field Archaeology* 8: 151–165.
Nance, Jack D., and Bruce F. Ball 1981 The Influence of Sampling Unit Size on Statistical Estimates in Archeological Site Sampling. In *Plowzone Archaeology*, edited by M. O'Brien and D. Lewarch, pp. 51–70. Vanderbilt Publications in Anthropology no. 27, Nashville.
Nash, D. T. 1993 Distinguishing Stone Artifacts from Naturefacts Created by Rockfall Processes. In *Formation Processes in Archaeological Context*, edited by P. Goldberg, D. Nash, and M. Petraglia, pp. 125–138. Prehistory Press, Madison, WI.
Nations, James D. 1989 The Lacandon Maya Bow and Arrow: an Ethnoarchaeological Example of Postclassic Lowland Maya Weapon Manufacture. In *La Obsidiana en Mesoamerica*, edited by M. Gaxiola and J. E. Clark, pp. 449–457. Instituto Nacional de Antropologia e Historia, Mexico City.
Nations, James D., and John E. Clark 1983 The Bows and Arrows of the Lacandon Maya. *Archaeology* 36: 36–43.
Neff, Hector, and Michael D. Glascock 1995 The State of Nuclear Archaeology in North America. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 196: 275–286.
Nelson, D. E., T. H. Loy, J. S. Vogel, and J. R. Southon 1986 Radiocarbon Dating Blood Residues on Prehistoric Stone Tools. *Radiocarbon* 28: 170–174.
Nelson, Margaret C. 1991 The Study of Technological Organization. In *Archaeological Method and Theory*, vol. 3, edited by M. Schiffer, pp. 57–100. University of Arizona Press, Tucson.
Nelson, M. C., and H. Lippmeier 1993 Grinding-Tool Design as Conditioned by Land-Use Pattern. *American Antiquity* 58: 286–305.
Nelson, Nels C. 1916 Flint Working by Ishi. In *William Henry Holmes Anniversary Volume*, edited by F. W. Hodge, pp. 397–402. Washington, D.C.

Nelson, Richard K. 1973 *Hunters of the Northern Forest*. University of Chicago Press, Chicago.

Neshko, John, Jr. 1969–70 Bakerville Stone Bowl Quarry. *Bulletin of the Massachusetts Archaeological Society* 31: 1–10.

Newcomer, Mark 1970 Some Quantitative Experiments in Handaxe Manufacture. *World Archaeology* 3: 85–93.

Newcomer, Mark, Roger Grace, and Romana Unger-Hamilton 1986 Investigating Microwear Polishes with Blind Tests. *Journal of Archaeological Science* 13: 203–217.

Newman, Margaret E., Howard Ceri, and Brian Kooyman 1996 The Use of Immunological Techniques in the Analysis of Archaeological Materials—a Response to Eisele; with Report of Studies at Head-Smashed-In Buffalo Jump. *Antiquity* 70: 677–682.

Newman, M., and P. Julig 1989 The Identification of Protein Residues on Lithic Artifacts from a Stratified Boreal Forest Site. *Canadian Journal of Archaeology* 13: 119–132.

Nielsen, Axel E. 1991 Trampling the Archaeological Record: an Experimental Study. *American Antiquity* 56: 483–503.

Nissen, Karen, and Margaret Dittemore 1974 Ethnographic Data and Wear Pattern Analysis: a Study of Socketed Eskimo Scrapers. *Tebiwa* 17: 67–88.

Noe-Nygaard, Nanna 1973 The Vig Bull: New Information on the Final Hunt. Museum of Mineralogy and Geology of the University of Copenhagen, Paleontological Papers no. 196. Copenhagen.

Norman, M. D., W. P. Leeman, D. P. Blanchard, J. G. Fitton, and D. James 1989 Comparison of Major and Trace Element Analyses by ICP, XRF, INAA and ID Methods. *Geostandards Newsletter* 13: 283–290.

Odell, George H. 1977 *The Application of Micro-wear Analysis to the Lithic Component of an Entire Prehistoric Settlement: Methods, Problems and Functional Reconstructions*. PhD dissertation, Department of Anthropology, Harvard University.

1978 Préliminaires d'une analyse fonctionnelle des pointes microlithiques de Bergumermeer, Pays-Bas. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 75: 37–49.

1980a Butchering with Stone Tools: Some Experimental Results. *Lithic Technology* 9: 39–48.

1980b Toward a More Behavioral Approach to Archaeological Lithic Concentrations. *American Antiquity* 45: 404–431.

1981a The Mechanics of Use-Breakage of Stone Tools: Some Testable Hypotheses. *Journal of Field Archaeology* 8: 197–209.

1981b The Morphological Express at Function Junction: Searching for Meaning in Lithic Tool Types. *Journal of Anthropological Research* 37: 319–342.

1984 Chert Resource Availability in the Lower Illinois Valley: a Transect Sample. In *Prehistoric Chert Exploitation: Studies from the Midcontinent*, edited by B. M. Butler and E. E. May, pp. 45–67. Southern Illinois University at Carbondale, Center for Archaeological Investigations, Occasional paper no. 2.

1985 Hill Creek Site Lithic Analysis. In *The Hill Creek Homestead and the Late Mississippian Settlement in the Lower Illinois Valley*, edited by M. Conner, pp. 55–144. Center for American Archeology, Research Series, vol. 1.

1986 Review of *Use-Wear Analysis of Flaked Stone Tools*, by Patrick C. Vaughan. *Lithic Technology* 15: 115–120.

1987 Analyse fonctionnelle des traces d'usure effectuée à une échelle régionale (l'Illinois). *l'Anthropologie* 91: 381–398.

1988 Addressing Prehistoric Hunting Practices through Stone Tool Analysis. *American Anthropologist* 90: 335–356.

1989a Experiments in Lithic Reduction. In *Experiments in Lithic Technology*, edited by D. Amick and R. Mauldin, pp. 163–198. BAR International Series 528, Oxford.

1989b Fitting Analytical Techniques to Prehistoric Problems with Lithic Data. In *Alternative*

Approaches to Lithic Analysis, edited by D. Henry and G. Odell, pp. 159–182. Archeological Papers of the American Anthropological Association. Washington, D.C.

1994a Assessing Hunter-Gatherer Mobility in the Illinois Valley: Exploring Ambiguous Results. In *The Organization of North American Prehistoric Chipped Stone Tool Technologies*, edited by P. Carr, pp. 70–86. International Monographs in Prehistory, Ann Arbor.

1994b Prehistoric Hafting and Mobility in the North American Midcontinent: Examples from Illinois. *Journal of Anthropological Archaeology* 13: 51–73.

1994c The Role of Stone Bladelets in Middle Woodland Society. *American Antiquity* 59: 102–120.

1996 *Stone Tools and Mobility in the Illinois Valley: from Hunter-Gatherer Camps to Agricultural Villages*. International Monographs in Prehistory, Ann Arbor.

1998a Hoe. In *Archaeology of Prehistoric Native America: an Encyclopedia*, edited by G. Gibbon, pp. 364–365. Garland, New York.

1998b Investigating Correlates of Sedentism and Domestication in Prehistoric North America. *American Antiquity* 63: 553–571.

1999 The Organization of Labor at a Protohistoric Settlement in Oklahoma. *Journal of Field Archaeology* 26: 407–421.

2000 Stone Tool Research at the End of the Millennium: Procurement and Technology. *Journal of Archaeological Research* 8: 269–331.

2001 Stone Tool Research at the End of the Millennium: Classification, Function, and Behavior. *Journal of Archaeological Research* 9: 45–100.

2002 *La Harpe's Post: a Tale of French-Wichita Contact on the Eastern Plains*. University of Alabama Press, Tuscaloosa.

Odell, George H., and Frank Cowan 1986 Experimentation with Spears and Arrows Using Animal Targets. *Journal of Field Archaeology* 13: 195–212.

1987 Estimating Tillage Effects on Artifact Distributions. *American Antiquity* 52: 456–484.

Odell, George H., and Frieda Odell-Vereecken 1980 Verifying the Reliability of Lithic Use-Wear Assessments by "Blind Tests:" the Low-Power Approach. *Journal of Field Archaeology* 7: 87–120.

1989 First Impressions and Ultimate Reality: Excavation of the Day Site in Wagoner County, Oklahoma. *Bulletin of the Oklahoma Anthropological Society* 38: 19–48.

Odell-Vereecken, Frieda, and George H. Odell 1988 The Relationship between Collections and Archaeology as Tested at the Wilmoth Sites, Adair County, Oklahoma. *Bulletin of the Oklahoma Anthropological Society* 37: 191–218.

Osborne, Richard H. 1998 The Experimental Replication of a Stone Mortar. *Lithic Technology* 23: 116–123.

Oswalt, Wendell H. 1976 *An Anthropological Analysis of Food-Getting Technology*. John Wiley and Sons, New York.

Owen, Linda R., and Guenther Unrath 1989 Microtraces d'usure dues à la préhension. *l'Anthropologie* 93: 673–688.

Parkes, P. A. 1986 *Current Scientific Techniques in Archaeology*. St. Martin's Press, New York.

Parkington, John E. 1967 Some Comments on the Comparison and Classification of Archaeological Specimens. *South African Archaeological Bulletin* 22: 73–79.

Parry, William J. 1994 Prismatic Blade Technologies in North America. In *The Organization of North American Chipped Stone Technologies*, edited by P. Carr, pp. 87–98. International Monographs in Prehistory, Ann Arbor.

Parry, William J., and Robert L. Kelly 1987 Expedient Core Technology and Sedentism. In *The Organization of Core Technology*, edited by J. Johnson and C. Morrow, pp. 285–304. Westview Press, Boulder.

Pasty, Jean-François 2001 Le gisement paléolithiqe moyen de Nassigny (Allier). *Bulletin de la Société Préhistorique* 98: 5–20.

Paton, Robert 1994 Speaking through Stones: a Study from Northern Australia. *World Archaeology* 26: 172–184.

Patten, Bob 1999 *Old Tools—New Eyes: a Primal Primer of Flintknapping*. Stone Dagger Publications, Denver.

Patterson, Leland W. 1983 Criteria for Determining the Attributes of Man-Made Lithics. *Journal of Field Archaeology* 10: 297–307.

Pawlik, Alfred 1983 Horn Experimentation in Use-Wear Analysis. In *Traces et fonction: Les gestes retrouvés*, edited by P. Anderson, S. Beyries, M. Otte, and H. Plisson, pp. 211–224. ERAUL no. 50, Liège.

1995 *Die mikroskopische Analyse von Steingeraten: Experimente—Auswertungsmethoden—Artefaktanalysen*. Urgeschichtliche Materialhefte 10. Verlag Archaeologica Venatoria, Tubingen.

Peacock, Evan 1991 Distinguishing between Artifacts and Geofacts: a Test Case from Eastern England. *Journal of Field Archaeology* 18: 345–361.

Pearsall, Deborah M. 1978 Phytolith Analysis of Archaeological Soils: Evidence for Maize Cultivation in Formative Ecuador. *Science* 199: 177–178.

1982 Phytolith Analysis: Applications of a New Paleoethnobotanical Technique in Archaeology. *American Anthropologist* 84: 862–871.

2000 *Paleoethnobotany: a Handbook of Procedures*. Second edition. Academic Press, San Diego.

Pearsall, Deborah M., and Dolores R. Piperno 1990 Antiquity of Maize Cultivation in Ecuador: Summary and Reevaluation of the Evidence. *American Antiquity* 55: 324–337.

Peet, Robert K. 1974 The Measurement of Species Diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5: 285–307.

Pelegrin, Jacques 1984 Débitage par pression sur silex: Nouvelles expérimentations. In *Préhistoire de la pierre taillée 2: Economie du débitage laminaire: technologie et expérimentation*, compiled by IIIème Table Rond de Technologie Lithique, pp. 117–127. Cercle de Recherches et d'Etudes Préhistorique, Meudon.

Penman, John T., and J. N. Gunderson 1999 Pipestone Artifacts from Upper Mississippi Valley Sites. *Plains Anthropologist* 44: 47–57.

Petraglia, M., D. Knepper, P. Glumac, M. Newman, and C. Sussman 1996 Immunological and Microwear Analysis of Chipped-Stone Artifacts from Piedmont Contexts. *American Antiquity* 61: 127–135.

Peyrony, D., H. Kidder, and H. Noone 1949 Outils en silex émoussées du Paléolithic supérieur. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 46: 298–301.

Phagan, Carl J. 1976 *A Method for the Analysis of Flakes in Archaeological Assemblages: a Peruvian Example*. PhD dissertation, Department of Anthropology, Ohio State University. University Microfilms, Ann Arbor.

Phillips, Philip 1959 Application of the Wheat-Gifford-Wasley Taxonomy to Eastern Ceramics. *American Antiquity* 24: 117–125.

Pielou, E. C. 1966 The Measurement of Diversity in Different Types of Biological Collections. *Journal of Theoretical Biology* 13: 131–144.

Piperno, Dolores R. 1984 A Comparison and Differentiation of Phytoliths from Maize and Wild Grasses: Use of Morphological Criteria. *American Antiquity* 49: 361–383.

1988 *Phytolith Analysis: an Archaeological and Geological Perspective*. Academic Press, San Diego.

Piperno, Dolores R., Karen H. Clary, Richard G. Cooke, Anthony J. Ranere, and Doris Weiland 1985

Preceramic Maize in Central Panama: Phytolith and Pollen Evidence. *American Anthropologist* 87: 871–878.

Piperno, Dolores R., and Irene Holst 1998 The Presence of Starch Grains on Prehistoric Stone Tools from the Humid Neotropics: Indications of Early Tuber Use and Agriculture in Panama. *Journal of Archaeological Science* 25: 765–776.

Pitts, Michael W. 1978 On the Shape of Waste Flakes as an Index of Technological Change in Lithic Industries. *Journal of Archaeological Science* 5: 17–37.

Pitts, Michael W., and Roger M. Jacobi 1979 Some Aspects of Change in Flaked Stone Industries of the Mesolithic and Neolithic in Southern Britain. *Journal of Archaeological Science* 6: 163–177.

Plisson, Hugues 1983 An Application of Casting Techniques for Observing and Recording Microwear. *Lithic Technology* 12: 17–21.

1985 *Etude fonctionnelle des outillages lithiques préhistoriques par l'analyse des micro-usures, recherche méthodologique et archéologique*. PdD dissertation, Université de Paris I.

1986 Altération des micropolis d'usage: quelques expériences complémentaires. In *Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools*, edited by L. Owen and G. Unrath. *Early Man News* 9/10/11: 111–116.

Plisson, H., and M. Mauger 1988 Chemical and Mechanical Alteration of Microwear Polishes: an Experimental Approach. *Helinium* 27: 3–16.

Plisson, H., and B. Schmider 1990 Etude préliminaire d'une série de pointes de Chatelperron de la Grotte du Renne à Arcy-sur-Cure: Approche morphométrique, technologique et tracéologique. In *Paléolithique moyen récent et paléolithique supérieur ancien en Europe*, edited by C. Farizy, pp. 313–318. Mémoires du Musée de Préhistoire de l'Ile de France, Nemours.

Pope, Melody K. 1994 Mississippian Microtools and Uruk Blades: a Comparative Study of Chipped Stone Production, Use, and Economic Organization. *Lithic Technology* 19: 128–145.

Pope, Melody K., and Susan Pollock 1995 Trade, Tools, and Tasks: a Study of Uruk Chipped Stone Industries. *Research in Economic Anthropology* 16: 227–265.

Pope, Saxton T. 1917 Yahi Archery. *University of California Publications in American Archaeology and Ethnology* 13: 103–152.

Prentiss, William C. 1998 The Reliability and Validity of a Lithic Debitage Typology: Implications for Archaeological Interpretation. *American Antiquity* 63: 635–650.

2001 Reliability and Validity of a "Distinctive Assemblage" Typology: Integrating Flake Size and Completeness. In *Lithic Debitage*, edited by W. Andrefsky, Jr., pp. 147–172. University of Utah Press, Salt Lake City.

Prentiss, William C., and Eugene J. Romanski 1989 Experimental Evaluation of Sullivan and Rozen's Debitage Typology. In *Experiments in Lithic Technology*, edited by D. Amick and R. Mauldin, pp. 89–99. BAR International Series528, Oxford.

Preston, D. 1999 Woody's Dream. *The New Yorker*, November, 1999, pp. 80–87.

Pritchard-Parker, Mari A., and John A. Torres 1998 Analysis of Experimental Debitage from Hammerstone Use and Production: Implications for Ground Stone Use. *Lithic Technology* 23: 139–146.

Prost, Dominique C. 1988 Essai d'étude sur les mécanismes d'enlèvement produits par les façons agricoles et le piètinement humain sur les silex expérimentaux. In *Industries lithiques: Tracéologie et technologie*, edited by S. Beyries, pp. 49–63. BAR International Series 411, Oxford.

Pryor, John H. 1988 The Effects of Human Trample Damage on Lithics: a Consideration of Crucial Variables. *Lithic Technology* 17: 45–50.

Purdy, Barbara A. 1981 *Florida's Prehistoric Stone Technology*. University Presses of Florida, Gainesville.

Raab, L. M., R. F. Cande, and D. W. Stahle 1979 Debitage Graphs and Archaic Settlement Patterns in the Arkansas Ozarks. *Midcontinental Journal of Archaeology* 4: 167–182.

Ray, C. 1937 Probable Uses of Flint End-Scrapers. *American Antiquity* 37: 303–306.

Read, D. W. 1974 Some Comments on Typologies in Archaeology and an Outline of Methodology. *American Antiquity* 39: 216–242.

Read, D. W., and G. Russell 1996 A Method for Taxonomic Typology Construction and an Example: Utilized Flakes. *American Antiquity* 61: 663–684.

Ricklis, Robert A., and Kim A. Cox 1993 Examining Lithic Technological Organization as a Dynamic Cultural Subsystem: the Advantages of an Explicitly Spatial Approach. *American Antiquity* 58: 444–461.

Roberts, Frank H. H., Jr. 1936 Additional Information on the Folsom Complex: Report on the Second Season's Investigations at the Lindenmeier Site in Northern Colorado. *Smithsonian Miscellaneous Collections* 95(10).

Robinson, W. S. 1951 A Method for Chronologically Ordering Archaeological Deposits. *American Antiquity* 16: 293–301.

Rodon Borras, Teresa 1990 Chemical Process of Cleaning in Microwear Studies: Conditions and Limits of Attack. Application to Archaeological Sites. In *The Interpretive Possibilities of Microwear Studies*, edited by B. Graslund, H. Knuttson, K. Knutsson, and J. Taffinder, pp. 179–184. Societas Archaeologica Upsaliensis, AUN 14. Uppsala, Sweden.

Roe, Derek 1964 The British Lower and Middle Paleolithic: Some Problems, Methods of Study and Preliminary Results. *Proceedings of the Prehistoric Society* 30: 245–267.

1970 *Prehistory: an Introduction*. MacMillan and Co., London.

Root, Matthew J. 1997 Production for Exchange at the Knife River Flint Quarries, North Dakota. *Lithic Technology* 22: 33–50.

Root, Matthew J., Jerry D. William, Marvin Kay, and Lisa K. Shifrin 1999 Folsom Ultrathin Biface and Radial Break Tools in the Knife River Flint Quarry Area. In *Folsom Lithic Technology: Explorations in Structure and Variation*, edited by D. Amick, pp. 144–168. International Monographs in Prehistory, Ann Arbor.

Rosen, Arlene Miller 1992 Phytoliths as Indicators of Ancient Irrigation Farming. In *Préhistoire de l'Agriculture*, edited by P. Anderson, pp. 281–287. Editions du CNRS, Monographie du CRA, no. 6, Paris.

1993 Phytolith Evidence for Early Cereal Exploitation in the Levant. In *Current Research in Phytolith Analysis: Applications in Archaeology and Paleoecology*, edited by D. Pearsall and D. Piperno, vol. 10, pp. 160–171.

Rosen, Arlene Miller, and Steven Weiner 1994 Identifying Ancient Irrigation: a New Method Using Opaline Phytoliths from Emmer Wheat. *Journal of Archaeological Science* 21: 125–132.

Rosen, Steven A. 1996 The Decline and Fall of Flint. In *Stone Tools: Theoretical Insights into Human Prehistory*, edited by G. Odell, pp. 129–158. Plenum, New York.

1997a Beyond Milk and Meat: Lithic Evidence for Economic Specialization in the Early Bronze Age Pastoral Periphery in the Levant. *Lithic Technology* 22: 99–109.

1997b *Lithics after the Stone Age: a Handbook of Stone Tools from the Levant*. AltaMira Press, Walnut Creek, California.

Rosenfeld, Andrée 1970 The Examination of the Use Marks on Some Magdalenian End Scrapers. *British Museum Quarterly* 35: 176–182.

Rots, Veerle 2002 *Hafting Traces on Flint Tools: Possibilities and Limitations of Macro- and Microscopic Approaches*. PhD dissertation, Departement Archeologie, Kunstwetenschappen en Musicologie, Katholieke Universiteit Leuven.

Rouse, Irving 1939 *Prehistory in Haiti, a Study in Method*. Yale University Publications in Anthropology, no. 21, New Haven.

1960 The Classification of Artifacts in Archaeology. *American Antiquity* 25: 313–323.

Rovner, Irwin 1971 Potential of Opal Phytoliths for Use in Paleoecological Reconstruction. *Quaternary Research* 1: 343–359.

Rovner, Irwin, and George Agogino 1967 An Analysis of Fluted and Unfluted Folsom Points from Blackwater Draw. *The Masterkey* 41: 131–137.

Santone, L. 1997 Transport Costs, Consumer Demand, and Patterns of Intraregional Exchange: a Perspective on Commodity Production and Distribution from Northern Belize. *Latin American Antiquity* 8: 71–88.

Sassaman, Kenneth E. 1994 Changing Strategies of Biface Production in the South Carolina Coastal Plain. In *The Organization of North American Prehistoric Chipped Stone Tool Technologies*, edited by P. Carr, pp. 99–117. International Monographs in Prehistory, Ann Arbor.

1998 Crafting Cultural Identity in Hunter-Gatherer Economies. In *Craft and Social Identity*, edited by C. Costin, pp. 93–107. Archaeological Papers of the American Anthropological Association, no. 8, Washington, DC.

Schiffer, Michael Brian 1976 *Behavioral Archeology*. Academic Press, New York.

Schiffer, Michael Brian, and James M. Skibo 1997 The Explanation of Artifact Variability. *American Antiquity* 62: 27–50.

Schneider, Joan S. 1996 Analysis of Ground Stone Artifacts. In *Archaeological Laboratory Methods: an Introduction*, by M. Q. Sutton and B. S. Arkush, pp. 69–99. Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa.

Schnurrenberger, Douglas, and Alan L. Bryan 1985 A Contribution to the Study of the Naturefact/Artifact Controversy. In *Stone Tool Analysis: Essays in Honor of Don E. Crabtree*, edited by M. Plew, J. Woods, and M. Pavesic, pp. 133–159. University of New Mexico Press, Albuquerque.

Schousboe, Ragnar 1977 Microscopic Edge Structures and Micro-Fractures on Obsidian. *Lithic Technology* 6: 14–21.

Schultz, Jack M. 1992 The Use-Wear Generated by Processing Bison Hides. *Plains Anthropologist* 37: 333–351.

Schwantes, G. 1923 *Das Beil als Scheide zwischen Palaolithikum und Neolithikum*. Archiv fur Anthropologie, N. F., Band 20.

Seelenfreund, Andrea, Charles Rees, Roger Bird, Graham Bailey, Robert Bárcena, and Victor Durán 1996 Trace-Element Analysis of Obsidian Sources and Artifacts of Central Chile (Maule River Basin) and Western Argentina (Colorado River). *Latin American Antiquity* 7: 7–20.

Sellet, Frederic 1993 Chaine Operatoire: the Concept and Its Applications. *Lithic Technology* 18: 106–112.

Selley, Richard C. 1988 *Applied Sedimentology*. Academic Press, London.

Semenov, Sergei A. 1964 *Prehistoric Technology*. Translated by M. W. Thompson. Adams and Dart, Bath.

1970 The Forms and Funktions of the Oldest Tools. *Quartar* 21: 1–20.

Serizawa, C., H. Kajiwara, and K. Akoshima 1982 Experimental Study of Microwear Traces and Its Potentiality (in Japanese). *Archaeology and Natural Science* 14: 67–87.

Shackley, M. Steven 1992 The Upper Gila River Gravels as an Archaeological Obsidian Source Region: Implications for Models of Exchange and Interaction. *Geoarchaeology* 7: 315–326.

1998 Gamma Rays, X-Rays and Stone Tools: Some Recent Advances in Archaeological Geochemistry. *Journal of Archaeological Science* 25: 259–270.

Shafer, Harry J. 1983 Ancient Maya Chert Workshops in Northern Belize, Central America. *American Antiquity* 48: 519–543.

1985 A Technological Study of Two Maya Workshops at Colha, Belize. In *Stone Tool Analysis: Essays in Honor of Don E. Crabtree*, edited by M. Plew, J. Woods, and M. Pavesic, pp. 277–315. University of New Mexico, Albuquerque.

1991 Late Preclassic Formal Stone Tool Production at Colha, Belize. In *Maya Stone Tools*, edited by T. Hester and H. Shafer, pp. 31–44. Prehistory Press, Madison, WI.

Shafer, Harry J., and Thomas R. Hester 1983 Ancient Maya Chert Workshops in Northern Belize, Central America. *American Antiquity* 48: 519–543.

Shafer, Harry J., and Richard G. Holloway 1979 Organic Residue Analysis in Determining Stone Tool Function. In *Lithic Use-Wear Analysis*, edited by B. Hayden, pp. 385–299. Academic Press, New York.

Shanks, Orin C., Marcel Kornfeld, and Dee Dee Hawk 1999 Protein Analysis of Bugas-Holding Tools: New Trends in Immunological Studies. *Journal of Archaeological Science* 26: 1183–1191.

Shea, John J. 1987 On Accuracy and Relevance in Lithic Use-Wear Studies. *Lithic Technology* 16: 44–50.

1988a Methodological Considerations Affecting the Choice of Analytical Techniques in Lithic Use-Wear Analysis: Tests, Results, and Application. In *Industries lithiques: Traceologie et technologie*, vol. II, edited by S. Beyries, pp. 65–81. BAR International Series 411(ii), Oxford.

1988b Spear Points from the Middle Paleolithic of the Levant. *Journal of Field Archaeology* 15: 441–450.

Shea, J. J., and J. D. Klenck 1993 An Experimental Investigation of the Effects of Trampling on the Results of Lithic Microwear Analysis. *Journal of Archaeological Science* 20: 175–194.

Shelley, Philip H. 1990 Variation in Lithic Assemblages: *Journal of Field Archaeology* 17: 187–193.

Shen, Chen 1999 Were "Utilized Flakes" Utilized? An Issue of Lithic Classification in Ontario Archaeology. *Ontario Archaeology* 68: 63–73.

Shen, Chen, and Shejiang Wang 2000 A Preliminary Study of the Anvil-Chipping Technique: Experiments and Evaluations. *Lithic Technology* 25: 81–100.

Shepherd, R. 1980 *Prehistoric Mining and Allied Industries*. Academic Press, New York.

Sheppard, Peter J. 1993 Lapita Lithics: Trade/Exchange and Technology. A View from the Reefs/Santa Cruz. *Archaeology in Oceania* 28: 121–137.

1996 Hard Rock: Archaeological Implications of Chert Sourcing in Near and Remote Oceania. In *Oceanic Culture History: Essays in Honour of Roger Green*, edited by J. Davidson, G. Irwin, B. Leach, A. Pawley, and D. Brown, pp. 99–115. New Zealand Journal of Archaeology Special Publication, Aukland.

Shingleton, Kenneth L., Jr., George H. Odell, and Thomas M. Harris 1994 Atomic Absorption Spectrophotometry Analysis of Ceramic Artefacts from a Protohistoric Site in Oklahoma. *Journal of Archaeological Science* 21: 343–358.

Shockey, Don 1994 Fluorescence and Heat Treatment of Three Lithic Materials Found in Oklahoma. *Bulletin of the Oklahoma Anthropological Society* 43: 86–100.

1995 Some Observations of Polarization and Fluorescence in Primary and Secondary Source Lithic Materials. *Bulletin of the Oklahoma Anthropological Society* 44: 91–115.

Shott, Michael 1986 Technological Organization and Settlement Mobility: an Ethnographic Examination. *Journal of Anthropological Research* 42: 15–51.

1994 Size and Form in the Analysis of Flake Debris: Review and Recent Approaches. *Journal of Archaeological Method and Theory* 1: 69–110.

2003 *Chaine Opératoire* and Reduction Sequence. *Lithic Technology* 28: 95–105.

Sieveking, G. de G., P. Bush, J. Ferguson, P. T. Craddock, M. J. Hughes, and M. R. Cowell 1972 Prehistoric Flint Mines and their Identification as Sources of Raw Material. *Archaeometry* 14: 151–176.

Sievert, April K. 1992 *Maya Ceremonial Specialization: Lithic Tools from the Sacred Cenote at Chichen Itza, Yucatan*. Prehistory Press, Madison.

1994 The Detection of Ritual Tool Use through Functional Analysis: Comparative Examples from

the Spiro and Angel Sites. *Lithic Technology* 19: 146–156.

Sillitoe, Paul 1979 Stone Versus Steel. *Mankind* 12: 151–161.

1998 *An Introduction to the Anthropology of Melanesia: Culture and Tradition.* Cambridge University Press, Cambridge.

2000 *Social Change in Melanesia: Development and History.* Cambridge University Press, Cambridge.

Skertchly, Sydney B. J. 1879 *On the Manufacture of Gun-Flints, the Methods of Excavating for Flint, the Age of Palaeolithic Man, and the Connection between Neolithic Art and Gun-Flint Trade.* Memoirs of the Geological Survey of England and Wales, London.

Skibo, James M., William H. Walker, and Axel E. Nielsen (editors) 1995 *Expanding Archaeology.* University of Utah Press, Salt Lake City.

Smith, P. R., and M. T. Wilson 1992 Blood Residues on Ancient Tool Surfaces: a Cautionary Note. *Journal of Archaeological Science* 19: 237–241.

Smolla, G. 1987 Prehistoric Flint Mining: the History of Research—a Review. In *The Human Uses of Flint and Chert*, edited by G. de G. Sieveking and M. Newcomer, pp. 127–129. Cambridge University Press, Cambridge.

Sobolik, Kristin D. 1996 Lithic Organic Residue Analysis: an Example from the Southwestern Archaic. *Journal of Field Archaeology* 23: 461–469.

Sollberger, J. B. 1985 A Technique for Folsom Fluting. *Lithic Technology* 14: 41–50.

Sonnenfeld, J. 1962 Interpreting the Function of Primitive Implements. *American Antiquity* 28: 56–65.

Sonneville-Bordes, Denise de, and Jean Perrot 1954–56 Lexique typologique du Paléolithique supérieur. Outillage lithique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 51: 327–335; 52: 76–79; 53: 408–412; 53: 547–549.

Spaulding, Albert C. 1953 Statistical Techniques for the Discovery of Artifact Types. *American Antiquity* 18: 305–318.

1954 Reply to Ford. *American Antiquity* 19: 391–393.

Specht, J. R., R. Fullagar, R. Torrence, and N. Baker 1988 Prehistoric Obsidian Exchange in Melanesia: a Perspective from the Talasea Sources. *Australian Archaeology* 27: 3–16.

Stafford, Barbara D. 1977 Burin Manufacture and Utilization: an Experimental Study. *Journal of Field Archaeology* 4: 235–246.

Stafford, C. Russell (editor) 1985 *The Campbell Hollow Archaic Occupations: a Study in Spatial Structure and Site Function in the Lower Illinois Valley.* Center for American Archeology, Research Series, vol. 4.

1991 Archaic Period Logistical Foraging Strategies in West-Central Illinois. *Midcontinental Journal of Archaeology* 16: 212–246.

Stafford, Michael 1999 *From Forager to Farmer in Flint: a Lithic Analysis of the Prehistoric Transition to Agriculture in Southern Scandinavia.* Aarhus University Press, Aarhus.

Stahle, David W., and James E. Dunn 1984 *An Experimental Analysis of the Size Distribution of Waste Flakes from Biface Reduction.* Arkansas Archeological Survey, Technical Paper no. 2. Fayetteville.

Stein, Julie K., and William R. Ferrand (editors) 2001 *Sediments in Archaeological Context.* University of Utah Press, Salt Lake City.

Sterud, Eugene L. 1978 Changing Aims of Americanist Archaeology: a Citations Analysis of American Antiquity—1946–1975. *American Antiquity* 43: 294–302.

Stevenson, Christopher M., and Michael O. McCurry 1990 Chemical Characterization and Hydration Rate Development for New Mexican Obsidian Sources. *Geoarchaeology* 5: 149–170.

Stevenson, Christopher M., Barry Scheetz, and James W. Hatch 1992 Reply to Hughes. *American Antiquity* 57: 524–525.

Stewart, Frank Henderson 2001 Hidatsa. *Handbook of North American Indians, vol. 13: Plains*, edited by R. DeMallie, pp. 329–348. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Stiner, Mary C., and Steven L. Kuhn 1992 Subsistence, Technology, and Adaptive Variation in Middle Paleolithic Italy. *American Anthropologist* 94: 306–339.

Stone, T. 1994 The Impact of Raw-Material Scarcity on Ground-Stone Manufacture and Use: an Example from the Phoenix Basin Hohokam. *American Antiquity* 59: 680–694.

Stordeur, Daniele (editor) 1987 *Le main et l'outil*. Travaux de la Maison de l'Orient 15, Lyon.

Sudbury, Byron 1975 Ka-3, the Deer Creek Site: an Eighteenth Century French Contact Site. *Bulletin of the Oklahoma Anthropological Society* 24: 1–135.

Sullivan, Alan P. III 1987 Probing the Sources of Variability: a Regional Case Study near Homolovi Ruins, Arizonza. *North American Archaeologist* 8: 41–71.

Sullivan, Alan P. III, and Kenneth C. Rozen 1985 Debitage Analysis and Archaeological Interpretation. *American Antiquity* 50: 755–779.

Texier, Pierre-Jean 1984 Le debitage par pression et la mécanique de la rupture fragile: initiation et propagation des fractures. In *Préhistoire de la pierre taillée 2: Economie du débitage laminaire*, collected by Unité de Recherches Archéologiques, CNRS, pp. 139–147.

Therin, Michael 1998 The Movement of Starch Grains in Sediments. In *A Closer Look: Recent Australian Studies of Stone Tools*, edited by R. Fullagar, pp. 61–72. Sydney University, Archaeological Methods Series 6.

Thomas, David Hurst 1970 Archaeology's Operational Imperative: Great Basin Projectile Points as a Test Case. *Annual Report, UCLA Archaeological Survey*, edited by N. N. Leonard III, J. A. Rasson, and D. A. Decker. Department of Anthropology, UCLA, volume 12, pp. 31–60.

Thomas, David Hurst, Lorann S. A. Pendleton, and Stephen C. Cappannari 1986 Western Shoshone. *Handbook of North American Indians, vol. 11: Great Basin*, edited by W. d'Azevedo, pp. 262–283. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Thompson, Marc 1996 Correlation of Maya Lithic and Glyphic Data. *Lithic Technology* 21: 120–133.

Timmins, Peter A. 1994 Alder Creek: a Paleo-Indian Crowfield Phase Manifestation in the Region of Waterloo, Ontario. *Midcontinental Journal of Archaeology* 19: 170–197.

Tixier, Jacques 1974 *Glossary for the Description of Stone Tools with Special Reference to the Epipaleolithic of the Maghreb*. Translation by M. Newcomer. Newsletter of Lithic Technology, Special Publication no. 1.

1984 Le débitage par pression. In *Préhistoire de la pierre taillée 2: Economie du débitage laminaire: technologie et expérimentation*, compiled by IIIème Table Rond de Technologie Lithique, pp. 57–70. Cercle de Recherches et d'Etudes Préhistorique, Meudon.

Tomenchuk, John 1985 *The Development of a Wholly Parametric Use-Wear Methodology and Its Application to Two Selected Samples of Epipaleolithic Chipped Stone Tools from Hayonim Cave, Israel*. PhD dissertation, University of Toronto.

Tomka, Steven A. 1989 Differentiating Lithic Reduction Techniques: an Experimental Approach. In *Experiments in Lithic Technology*, edited by D. Amick and R. Mauldin, pp. 137–161. BAR International Series 528, Oxford.

2001 The Effect of Processing Requirements on Reduction Strategies and Tool Form: a New Perspective. In *Lithic Debitage: Context, Form, Meaning*, edited by W. Andrefsky, Jr., pp. 207–223. University of Utah Press, Salt Lake City.

Torrence, R., J. Specht, R. Fullagar, and G. R. Summerhayes 1996 Which Obsidian Is Worth It? A View from the West New Britain Sources. In *Oceanic Culture History: Essays in Honour of Roger Green*, edited by J. M. Davidson, G. Irwin, B. F. Leach, A. Pawley, and D. Brown, pp. 211–224. New Zealand Journal of Archaeology, Special Publication.

Tringham, R., G. Cooper, G. Odell, B. Voytek, and A. Whitman 1974 Experimentation in the Formation of Edge Damage: a New Approach to Lithic Analysis. *Journal of Field Archaeology* 1:

171–196.

Tsirk, Are 1979 Regarding Fracture Initiations. In *Lithic Use-Wear Analysis*, edited by B. Hayden, pp. 83–96. Academic Press, New York.

Tucker, Maurice E. 1991 *Sedimentary Petrology: an Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*. Second edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Tuross, Noreen, Ian Barnes, and Richard Potts 1996 Protein Identification of Blood Residues on Experimental Stone Tools. *Journal of Archaeological Science* 23: 289–296.

Tykot, Robert H., and Albert J. Ammerman 1997 New Directions in Central Mediterranean Obsidian Studies. *Antiquity* 71: 1000–1006.

Unger-Hamilton, Romana 1984 The Formation of Use-Wear Polish on Flint: Beyond the "Deposit versus Abrasion" Controversy. *Journal of Archaeological Science* 11: 91–98.

1989 Analyse expérimentale des microtraces d'usure: quelques controverses actuelles. *l'Anthropologie* 93: 659–672.

1992 Experiments in Harvesting Wild Cereals and Other Plants. In *Préhistoire de l'Agriculture*, edited by P. Anderson, pp. 211–224. Editions du CNRS, Monographie du CRA, no. 6, Paris.

Unrath, G., and W. Lindemann 1984 Reproduktionsstoffe in der Micro-Gebrauchsspurenforschung. *Early Man News* 7/8: 61–80. Tubingen.

Unrath, Guenther, Linda Owen, Annelou van Gijn, Emily H. Moss, Hugues Plisson, and Patrick Vaughan 1986 An Evaluation of Microwear Studies: a Multi-Analyst Approach. In *Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools*, edited by L. Owen and G. Unrath. *Early Man News* 9/10/11: 117–176. Tubingen.

van Gijn, Annelou 1986 Fish Polish, Fact and Fiction. In *Technical Aspects of Microwear Studies on Stone Tools*, edited by L. Owen and G. Unrath. *Early Man News* 9/10/11: 13–27.

1998 A Closer Look: a Realistic Attempt to "Squeeze Blood from Stones." In *A Closer Look: Recent Australian Studies of Stone Tools*, edited by R. Fullagar, pp. 189–194. Sydney University, Archaeological Methods Series 6.

van Peer, P. 1992 *The Levallois Reduction Strategy*. Prehistory Press, Madison, WI.

Vaughan, Patrick C. 1985 *Use-Wear Analysis of Flaked Stone Tools*. University of Arizona Press, Tucson.

Wallis, Lynley, and Sue O'Connor 1998 Residues on a Sample of Stone Points from the West Kimberley. In *A Closer Look: Recent Australian Studies of Stone Tools*, edited by R. Fullagar, pp. 149–178. Sydney University, Archaeological Methods Series 6.

Walthall, John A., and Brad Koldehoff 1998 Hunter-Gatherer Interaction and Alliance Formation: Dalton and the Cult of the Long Blade. *Plains Anthropologist* 43: 257–273.

Warren, S. Hazzledine 1914 The Experimental Investigation of Flint Fracture and Its Application to the Problems of Human Implements. *Journal of the Royal Anthropological Institute* 44: 412–450.

1923 Sub-Soil Pressure Flaking. *Proceedings of the Geologists' Association* 34: 153–175.

Waters, Michael R. 1992 *Principles of Geoarchaeology: a North American Perspective*. University of Arizona Press, Tucson.

Wedel, Mildred Mott 1981 *The Deer Creek Site, Oklahoma: a Wichita Village Sometimes Called Ferdinandina, an Ethnohistorian's View*. Oklahoma Historical Society, Series in Anthropology, no. 5. Oklahoma City.

Weinstein-Evron, M., B. Lang, S. Ilani, G. Steinitz, and D. Kaufman 1995 K/Ar Dating as a Means of Sourcing Levantine Epipaleolithic Basalt Implements. *Archaeometry* 37: 37–40.

Whallon, Robert 1978 Threshing Sledge Flints: a Distinctive Pattern of Wear. *Paleorient* 4: 319–324.

White, J. Peter 1967 Ethno-archaeology in New Guinea: Two Examples. *Mankind* 6: 409–414.

1968 Ston Naip Bilong Tumbuna: the Living Stone Age in New Guinea. In *La préhistoire: Problèmes et tendences*, edited by D. de Sonneville-Bordes, pp. 511–516. Editions du CNRS, Paris.

1969 Typologies for Some Prehistoric Flaked Stone Artifacts of the Australian New Guinea High-

lands. *Archaeology and Physical Anthropology in Oceania* 4: 18–46.

1996 Rocks in the Head: Thinking about the Distribution of Obsidian in Near Oceania. In *Oceanic Culture History: Essays in Honour of Roger Green*, edited by J. Davidson, G. Irwin, B. Leach, A. Pawley, and D. Brown, pp. 199–209. New Zealand Journal of Archaeology Special Publication, Auckland.

White, J. Peter, and David H. Thomas 1972 What Mean These Stones? Ethnotaxonomic Models and Archaeological Interpretations in the New Guinea Highlands. In *Models in Archaeology*, edited by D. L. Clarke, pp. 275–308. Methuen, London.

Whittaker, John C. 1994 *Flintknapping: Making and Understanding Stone Tools*. University of Texas Press, Austin.

1996 Athkiajas: a Cypriot Flintknapper and the Threshing Sledge Industry. *Lithic Technology* 21: 108–120.

Whittaker, John C., and Michael Stafford 1999 Replicas, Fakes and Art: the Twentieth-Century Stone Age and Its Effects on Archaeology. *American Antiquity* 64: 203–214.

Wilke, Philip J., and Leslie A. Quintero 1996 Near Eastern Neolithic Millstone Production: Insights from Research in the Arid Southwestern United States. In *Neolithic Chipped Stone Industries of the Fertile Crescent, and Their Contemporaries in Adjacent Regions*, edited by S. Kozlowski and H. Gebel, pp. 243–260. Studies in Near Eastern Production, Subsistence, and Environment 3, Berlin, ex oriente.

Williams, Howel, Francis J. Turner, and Charles M. Gilbert 1982 *Petrography: an Introduction to the Study of Rocks in Thin Sections*. W. H. Freeman and Company, San Francisco.

Williams-Thorpe, Olwen, Don Aldriss, Ian J. Rigby, and Richard S. Thorpe 1999 Geochemical Provenancing of Igneous Glacial Erratics from Southern Britain, and Implications for Prehistoric Stone Implement Distributions. *Geoarchaeology* 14: 209–246.

Williams-Thorpe, Philip J. Potts, and Peter C. Webb 1999 Field-Portable Non-Destructive Analysis of Lithic Archaeological Samples by X-Ray Fluorescence Instrumentation Using a Mercury Iodide Detector: Comparison with Wavelength-Dispersive XRF and a Case Study in British Stone Axe Provenancing. *Journal of Archaeological Science* 26: 215–237.

Wilmsen, Edwin N., and Frank H. H. Roberts, Jr. 1984 *Lindenmeier, 1934–1974: Concluding Report on Investigations*. Smithsonian Contributions to Anthropology, no. 24. Washington, D.C.

Wilson, Marjorie 1989 *Igneous Petrogenesis*. Unwin Hyman, London.

Winters, Howard D. 1969 *The Riverton Culture, a Second Millennium Occupation in the Central Wabash Valley*. Illinois State Museum, Reports of Investigations, no. 13.

Witthoft, John 1967 Glazed Polish on Flint Tools. *American Antiquity* 32: 383–388.

Wobst, H. Martin 1978 The Archaeo-ethnology of Hunter-Gatherers or the Tyranny of the Ethnographic Record in Archaeology. *American Antiquity* 43: 303–309.

Wood, W. Raymond, and Lee Irwin 2001 Mandan. In *Handbook of North American Indians, vol. 13: Plains*, edited by R. DeMallie, pp. 349–364. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.

Woods, John C. 1988 Projectile Point Fracture Patterns and Inferences about Tool Function. *Idaho Archaeologist* 11: 3–7.

Wright, K. I. 1994 Ground-Stone Tools and Hunter-Gatherer Subsistence in Southwest Asia: Implications for the Transition to Farming. *American Antiquity* 59: 238–263.

Wright, M. K. 1993 Simulated Use of Experimental Maize Grinding Tools from Southwestern Colorado. *Kiva* 58: 345–355.

Wylie, Henry G. 1975 Tool Microwear and Functional Types from Hogup Cave, Utah. *Tebiwa* 17: 1–31.

Yamada, Shoh 1993 The Formation Process of "Use-Wear Polishes." In *Traces et fonction: les gestes retrouvés*, edited by P. Anderson, S. Beyries, M. Otte, and H. Plisson, pp. 433–446. Centre de Recherches Archéologiques du CNRS, no. 50. Liège.

Yerkes, Richard W. 1983 Microwear, Microdrills, and Mississippian Craft Specialization. *American Antiquity* 48: 499–518.

1987 *Prehistoric Life on the Mississippi Floodplain: Stone Tool Use, Settlement Organization, and Subsistence Practices at the Labras Lake Site, Illinois*. University of Chicago Press, Chicago.

1989 Mississippian Craft Specialization on the American Bottom. *Southeastern Archaeology* 8: 93–106.

1990 Using Microwear Analysis to Investigate Domestic Activities and Craft Specialization at the Murphy Site, a Small Hopewell Settlement in Licking County, Ohio. In *The Interpretive Possibilities of Microwear Studies*, edited by B. Graslund, H. Knutsson, K. Knutsson, and J. Taffinder, pp. 167–176. Societas Archaeologica Upsaliensis. Uppsala, Sweden.

Yohe, Robert M. II, Margaret E. Newman, and Joan S. Schneider 1991 Immunological Identification of Small-Mammal Proteins on Aboriginal Milling Equipment. *American Antiquity* 56: 659–666.

Young, D., and D. B. Bamforth 1990 On the Macroscopic Identification of Used Flakes. *American Antiquity* 55: 403–440.

Young, L. C. 1994 Lithics and Adaptive Diversity: an Examination of Limited-Activity Sites in Northeast Arizona. *Journal of Anthropological Research* 50: 141–154.

译后记

《破译史前人类的技术与行为：石制品分析》（*Lithic Analysis*）这本书，虽不能说是旷世之作，但是对于我们，确是启蒙之书。十年前，正是我们刚踏入旧石器考古学这个门槛的时候，这本书便令我们爱不释手，而用于阅读的影印本布满了笔记和注释，更被勾画得狼藉不堪。在这种近乎涂鸦的标记中，我们逐渐发现了石器分析的广阔天地，了解了西洋学界惯常使用的方法，并从此难以抽身，走上了石器研究的不归之路。一本教材会深刻影响处于学习阶段的读者对整个学科的看法，抑或使其心生向往，抑或令其兴趣了无，甚至心生厌恶。目前，国内类似的书籍有张森水的《中国旧石器文化》（天津科学技术出版社，1987），高星与侯亚梅主编的《20世纪旧石器时代考古学研究》（文物出版社，2002），王幼平的《石器研究：旧石器时代考古方法初探》（北京大学出版社，2006）、《旧石器时代考古》（文物出版社，2000）等，这些都是很优秀的基础性书籍，对中国旧石器的研究现状进行了梳理和总结，使很多初学者受益良多。但奥德尔先生的这本书，则更像是一本手册，虽没有涉及任何中国旧石器考古学材料，却介绍了大量具体的研究方法及

手段，在细节上的说明更是周到入微，倾注了个人的很多心血，极具指导意义。

正如奥德尔先生本人在前言中说的："……一本手册性的书籍……至关重要。它使初学者能更迅速地摸熟门路，又解放了导师……本书针对于那些拥有一定的考古学背景但涉水并不很深的热爱石器分析的研究者。……能够为初学者提供扎实的基础和研究工作中正确的方向……"希望本书能够为读者提供些许帮助，在实际的学习和工作中能够切实受益，这样，我们翻译这本书的目的也就真正达到了。

译者阅历浅薄，翻译水平更是有限，但怀抱着对旧石器考古学研究的满腔热忱和对乔治·奥德尔先生的深切缅怀，在高星与沈辰二位良师的鼓励与帮助，以及编辑曹明明女士的积极敦促下，完成了这项工作。为便于读者查阅，书中大部分术语、人名、地名、书名及少量易混淆词汇均将原文附于所译中文之后，方便有兴趣的读者追看原著。对于书中大量遗址名称和旧石器考古学专业术语，难免有翻译不贴切或语言晦涩之处，欢迎广大读者指出缺漏，并讨论任何与本书相关的问题。

我们策划本项翻译工作多年，均身兼学业、家庭、工作几重任务；高星与沈辰二位老师，也是在百事缠身中克服重重干扰，利用大量休息时间来为终稿进行审阅，并在一些翻译用词和行文规范方面拍板定案。细流终成江河，如今见到了即将付梓的书稿，既有欣喜，又暗生惭愧，乔治·奥德尔先生起初怀着极大的热情支持我们翻译此书，我们却未能在他有生之年完成此事，不免也成了一个悠长的遗憾。希望这迟到的译本能够代表我们向奥德尔先生表达深深的缅怀之情。翻译过程中与许多同仁进行了有益的讨论，得到了相

当多的帮助。吉林大学陈胜前教授对第六章进行了详细审阅，并指出了初稿中很多不周之处，译者在此表示特别感谢。另外，王佳女士、周振宇先生等提供了多方面的帮助和支持——没有身边的这些友人，这本书的付梓还不知道会是什么年月。

这本书最早出版于 2003 年，奥德尔先生在全书结尾写道："当你们中的任何人在 2012 年读这本手册的时候，也就是玛雅人计算的世界末日到来的时候，肯定又会有许多新的问题等待着我们去探讨。"现在已是 2015 年，正如奥德尔先生所预测的那样，十几年间，新的问题不断涌现，促使石制品分析从方法到理论都有了显著的发展。而他的这本书已然成为经典之作，在未来的学术研究中，仍将发挥重要的作用。

关莹　陈虹

2014 年 10 月 8 日